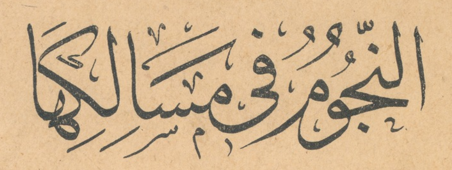
لجنة التأليف والترجمة والنشر



تأليف

سير جيمس جينز SIR JAMES JEANS

M. A., D. Sc., Sc. D., LL. D., F. R. S.

وترجمة

الدكتور احمد عبد السلام الكردانى

B. Sc. (Hon.), Ph. D. (London), D. I. C.

ناظر مدرسة القبة الثانوية

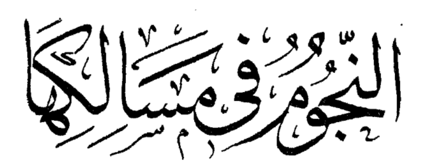
[الطبعـة الأولى]

مطبعة دار الكتب المصرية بالقاهرة

١٩٣٣

النجوم فى مسالكها

لجنة التأليف والترجمة والنشر



تأليف

سير چيمس چينز SIR JAMES JEANS

M. A., D. Sc., Sc. D., LL. D., F. R. S.

وترجمة

الدكتور أحمد عبد السلام الكرداني

B. Sc. (Hon.), Ph. D. (London), D. I. C.

ناظر مدرسة القبة الثانو

[الطبعة الأولى]

مطبعة دار الكتب المصرية بالقاهرة

١٩٣٣

بسم الله الرحمن الرحيم

مقـــدّمة المترجم

السيرج . جينز فى طليعة علماء الطبيعة والفلك ، وهو الى هذا كاتب قدير يستهويك بسحر بيانه . نشط فى السنين الأخيرة لمخاطبة جمهور المتعلمين فنشر فى انجلترا كتبا صغيرة الحجم جزلة المعنى لطيفة الأسلوب ، قصد فيها الى بسط خلاصة ماانتهى إليه العلم الحديث فى الكون ونظامه ، وأصله ونشوئه ، وتركيب أجسامه وذرّاته ، وتولدها وانحلالهـا . وبحث مدى الكون من حيث هو محـدود أو غير محدود ، ومتمدّد أو منقبض . وعرج على الطاقة والإشعاع والنسبية . ثم بحث الحياة فى عالمنا والعوالم الأخرى فى الكون .

وما كادت هذه الكتب تخرج من دار النشر حتى تهافت عليها الجمهور بصورة لم يسبق لهـا مثيل فى الاقبال على الكتب العلميـة ، إذ بلغ متوسط المبيع من كل منهـا فى اليوم إبان ظهوره فوق الألف . طالعت أحدها فتملكنى التقدير والاعجاب ، وما أتممت مطالعة الثانى حتى أزمعت ترجمته لكى لا تحرم اللغة العربية من بعض هذه الذخيرة العلمية النفيسة التى أخرجها ذلك العقل الكبير فى هذه الصورة الممتعة .

وصادف عندئذ أن كانت لجنة التأليف والترجمة والنشر تنظر فى الكتب التى تطبعها من إعانة وزارة المعارف، فلما اقترحت عليها ترجمة هذا الكتاب رحبت به، وانتهى الأمر بأن عهدت إلىّ بالترجمة والى أخى الأستاذ محمد أحمد الغمراوى بالمراجعة .

وما كدت أبدأ حتى أيقنت بثقل العبء الذى تصديت لحمله وصعوبة المهمة التى أخذتها على عاتقى . فالكتاب كتاب علمى دقيق، والمصطلحات العلمية، كما نعرف، فيها كثير من الاضطراب والنقص، ثم إن للكتاب ميزة الأسلوب الطلى الذى يجعلك تقرأ هذا العلم الدقيق كما تقرأ الرواية الشيقة المحكمة الوضع، لاتود القاءها من يدك حتى تأتى على آخرها . ولا أكتم القارىء أننى لو علمت قبل الشروع فى هذا العمل مقدار ما قدّر لى أن أصرفه فيه من جهد و وقت لعدلت عنه، أسوق هذه العبارة للاخوان الذين استكثروا الوقت الذى استغرقه العمل ولامونى على تأخر ظهور الترجمة .

وقد وجدت فى الكتاب خريطتين لنصفى الكرة الشمالى والجنوبى بحيث تشمل الأولى النجوم التى ترى من انجلترا دائما أو فى بعض الأيام. وتشمل الثانية القسم الثانى والنجوم التى لا ترى أبدا من انجلترا ، وفضلت طبع الخريطتين على حالهما . لكننى رأيت أن أمصّر الكتاب الى حد ما فأشرت على لجنة التأليف فطلبت من حضرتى فلكيى مرصد حلوان الدكتور محمد رضا مدور والأستاذ عبد الحميد محمود سماحة افندى إعداد خريطة تبين النجوم التى ترى بالقاهرة على الدوام أو فى بعض الأيام، وقد تفضل حضرتاهما

فوضعا الخريطة التى تجدها عقب الخريطتين الانجليزيتين فى آخر الكتاب ، وقد كُتبت فيها أسماء النجوم باللغة العربية فقط . ويربط الخريطة العربية بالخريطتين الانجليزيتين قائمة بأسماء النجوم باللغتين ألحقتها بآخر الكتاب .

هذا وقد طبعت الخريطة العربية على صورتين الأولى منهما طبق الأصل كما وضعها صاحباها ومنها تتبين مواقع النجوم بالضبط ، والصورة الثانية مأخوذة من الأولى بعد أن عدّلتها تعديلا يجعلها مناظرة للخريطتين الانجليزيتين ويبين فيها بوضوح المناطق الموصوفة فى الصحائف من ١٧٢ الى ١٩٤ .

أما أسماء النجوم فقد استعنت فى تحقيقها (هى والمصطلحات الفلكية الأخرى) بمراجعة كثير من الكتب العربية من أهمها "عجائب المخلوقات" للقزوينى ومحاضرات السنيور نللينو بالجامعة المصرية . ثم اجتمعت بعد ذلك بالأستاذ سماحة ، الذى كان يقوم مع زميله الدكتور مدور ببحث مستفيض فى هذه الناحية أيضا ، وراجعنا المواضع القليلة التى كان بيننا بعض خلاف فيها ، حتى استقر الرأى على الصورة النهائية . وكانت هذه خطوة موفقة لاستعمال مصطلحات عربية استعمل أكثرها الأقدمون وسيستمر فى استعمالها اللاحقون .

وتمتاز الخريطة العربية بأن رسم فيها مدار الشمس (أو دائرة البروج) حتى تتبين البروج أى الكوكبات الاثنتا عشرة التى تتنقل بينها الشمس أثناء السنة حسب التواريخ المكتوبة بين الدائرتين الخارجيتين ، كما رسم فيها أيضا

منحنيان مقفلان يحصران الجـزء الذى يبدو من السماء فى الاعتـدالين — الأيمن يحصر ما يبدو منها فى الساعة السادسة مساء من يوم ٢١ مارس ، والأيسر ما يبدو فى الساعة السادسة مساء من يوم ٢٣ سبتمبر .

وقد أوردت عقب قائمة أسماء النجوم قائمة أخرى بالحروف العربيـة التى تستخدم فى مقابل الحـروف اليونانية والرومانية المسـتخدمة فى تسمية النجوم . أما الحروف اليونانيـة فأكثرها كان متفقا على مقابله العربى من قبل ، وأما الرومانية فـلم أعثر على أية محاولة سابقة لوضع مقابل عربى لهـا فاخترت لذلك ماتجده فى القائمة الثانية المشار اليها .

وجريا على السـنة التى أشرت فى كتاب " بسائط الطيران " باتباعها ، ألحقت بهـذا الكتاب أيضـا قائمة ثالثة تشمل ما رأيت التنبيه اليه من المصطلحات العلمية التى استخدمتها فيه لكى يسهل الرجوع اليها .

ويرى المتصفح للقوائم المشار اليها أننى خالفت فى الأولى محمود باشا الفلكى فى بعض أسماء للنجوم لأسباب أهمها عدم ارتياحى لنقل الاسم الافرنجى كما هو كما خالفت من سبقنى فى بعض الحروف العربية التى استخدمت للدلالة على الحروف اليونانيـة فقـد آثرت اسـتخدام ط فى مقابل π لشـيوع ذلك فى الرياضة واستخدمت ث (بدلا من ط) فى مقابل ϑ . وكذلك صدفت عن المتبع من ترجمة كلمة (magnitude) بـ "قدر" إذ أن الكلمة الإنجليزية تشير الى لمعان الكوكب لا إلى حجمه ولذا فضلت ترجمتها بلفظة "مرتبة" . كذلك أردت أن اسـتخدم لكلمة (size) لفظـا خلاف " حجم "

الذى عم استعماله ترجمة لكلمة (volume) فاخترت لترجمة (size) لفظة "قـــدر" .

وقد خالفت أيضا رجال علم الطبيعة فاستخدمت لفظة "جمد" فى مقابل (ice) بدلا من "جليد" التى يستخدمونها فالجليد فى القاموس الندى يسقط على الأرض فيبرد فيجمد وهو أقرب الى (frost) التى استخدمت لها أيضا لفظة "صقيع" المستخدمة فى كتب الطبيعة . وكذلك خالفت الاستاذ مصطفى نظيف فى ترجمته (relativity) "بالاضافة" وآثرت ترجمتها "بالنسبية" لأنها أوضح من الأولى وأدل على المعنى وقد شاع استعمالها .

كذلك استخدمت بعض ألفاظ جديدة وضعتها لأسماء لم أعثر لها على مقابل عربى "كالخبيث" لترجمة (Malus) والسدسية أو السدسيات لترجمة (Sextant) .

وإنى أرجو بعد هذا كله أن أكون وفقت فى إخراج هذا الكتاب ، وهو الأوّل من نوعه فى اللغة العربية فى العصر الحديث ، على النحو الذى يرتضيه جمهور المتعلمين ولا سيما رجال الفلك ، وإن كنت قد قصرت بعض التقصير فعسى أن أجد من بين حضرات القرّاء العاذر المقدّر للمجهود على علاته .

وأرى واجبا علىّ تسجيل شكرى لجميع حضرات من عاونونى فى مهمتى ، وأخص بالذكر منهم أخى الأستاذ محمد أحمد الغمراوى الذى لم يأل جهدا فى مراجعة الكتاب بدقة وهمة يستوجبان الثناء العظيم . وكذلك صديقى

عبد الحميد محمود سماحة أفندى الذى كان دائما مستعدا لتلبية كل طلب عن طيب خاطر، فأقدم له جزيل الشكر على مساعداته القيّمة .

وأما نظام الطبع واتقانه ، والعناية باللوحات حتى ظهرت بصورتها الحالية الجميلة فالمترجم مدين بهذا كله، الى المجهود العظيم الذى بذله حضرة محمد أفندى نديم ملاحظ مطبعة دار الكتب، هو وحضرات معاونيه، ذلك المجهود الذى يستحق التقدير والاعجاب .

والله الموفق الهادى .

مصر الجديدة
فى أول يوليو سنة ١٩٣٣

أحمد عبدالسلام الكردانى

مقدّمة المؤلف

لما قمت حديثا بالقاء سلسلة أحاديث لاسلكية فرضت أن سامعيّ ليس لديهم أية معرفة علمية سابقة ، وحاولت أن أطلعهم على شيء من سحر علم الفلك الحديث وشيء من عجائب الكون التي نراها من خلال مَرَدة مراقب هذا العصر .

والكتاب الذي بيدك يحتوي هذه الأحاديث متوسّعا فيها الى ضعف طولها الأصلي ، ولا تزال في أسلوبها ولغتها كالأحاديث اللاسلكية : بسيطة لا تكلف فيها ولا صعوبة فنية . فالكتاب لا طموح فيه ، إذ لم يقصد به سوى أن يكون مقدمة لأوفر العلوم حظا من الشعر — مقدّمة سهلة ، مقبولة ، غير مثقلة بالجد .

ج . ه . جينز

دوركنج
٢٢ يناير سنة ١٩٣١

فهرس الكتاب

الايضاحيات

استدراك — تفضل بتصحيح ما يلي ثم افصل هذه الوريقة :

صفحة	سطر	خطأ	صوابه
٩	٨	الآتية :	السالفة ،
٢٣	١٠	الجلالِ	الجلالَ
٤١	٤	الجليد	الجمد
٥٥	٢٠	صعبة	سهلة
١١٢	تحت لوحة ٣١	المجلانية	المجلية
١٣٤	« » ٤٣	كلاب	كلاب
١٦١	١٣	العالم	الكون
١٦٥	ضع أعلى صفحات الذيل الأول "دليل السماء" بدلا من "الكون العظيم"		
١٧٢	١٤	قيطس	قيفاوس
١٨٧	١٢	٧٥	٧٠
١٩٠	١٧	ألف الحوت	ألف الحوت الجنوبي
٢٠٧	آخر حرف A	ذو العناق	ذو العنان

الفصل الأول

القبـــة السـماوية

نحن سكان الأرض نتمتع بنعمة قلما نفكر فيهـا بل نكاد نأخذها كما نأخذ الهواء الذى نعيش فيه : قضية مسلمة . أريد بتلك النعمة كوننا نعيش فى جوّ شـفاف ، فبعض السيارات الأخرى كالزُّهَرة والمشترِى لهـا أجواء مثقلة بالسحب الى حدّ يجعلها معتمة تماما . فلو أننا ولدنا على سطح الزهرة أو المشترى لقضينا حياتنا دون أن نبصر من خلال السحب شيئا ، واذن لمـا علمنا شيئا عما يتجلى فى السماء ليلا من جمال وشعر ، ولا عن السَّوْرة الفكرية والنشوة التى تكون عنــد محاولتنا الكشْف عن معنى ذلك المنظر المترامى : منظر الأنوار المنتشرة حولنا فى جميع جهات الفضاء .

ولا بأس فى أن نقترب من موضوعنا بأن نتصوّر أن أرضـنا كانت هى الأخرى مغطاة حتى ليلتنا هذه بغطاء معتم من السحب ، وأن هذا الغطاء قد رفع عنها فجأة ، عندئذ نبصر للمرة الأولى سماء الليل بجلالها وغموض سرها .

وأول مايتبادر الى ذهننا عندئذ على الراجح أن النجوم نوع من المصابيح أو الفوانيس المضيئة معلق فوق رءوســنا على بعد ربمـا كان بضــعة أميال بل بضع ياردات كما تعلق الأنوار فى سقف خيمة واسعة أو بهو كبير وهذا هو الذى ظنه أجدادنا الأقدمون لمـا لاح فجر الذكاء الانسانى وترك الناس أفكارهم تتخطى أوّل مرة حدود الأرض التى كانوا يقضون أيامهم فوقها .

ولا نلبث طويلا بعد أن رفع ذلك الغطاء من السحاب حتى نلحظ أن هذا الجمع الحاشد من الأنوار ليس جامدا ثابتا فى مكانه فوق رءوسنا . وخير وسيلة لاستكشاف كيفية حركاته أن نعرّض للسماء لوحا فتغرافيا وندع كل ضوء من الأضواء يسجل حركته عليه . واللوح الذى ترى صورته فى لوحة (١) ظل معرّضا مدّة ساعتين وربع وكل خط منحن فيه يمثل مسار نجم واحد ونرى بمجرّد النظر إليه أن النجوم تسير فى مسارات دائرية . وقليل من الملاحظة يكشف لنا أن صفوف الأنوار جميعها تبدو كأنها تدور كتلة واحدة مرة فى كل أربع وعشرين ساعة ، فكأنما تلك الأنوار قد ثبتت فى قشرة مجوّفة عظيمة تدور فوق رءوسنا كما تدور قبة المرقب فوق المرقب ، وهذا أيضا ما ظنه الانسان الأولى بل ما ظنه الانسان المتمدين — إلا قليلا — إلى ما قبل ٣٠٠ سنة عند ما بدأت استكشافات غليليو تكشف للناس عن حقيقة تركيب الكون .

الأرض الدوّارة

على أننا نحن أهل هذا العصر ولو لم نكن رأينا السماء قط قبل ليلتنا هذه لا بد مدركون أن النجوم لا تتحرّك حقيقة بهذه الكيفية . فان هنالك تجارب يمكن إجراؤها على سطح الأرض من غير أن ننظر الى السماء أبدا تبرهن برهانا قاطعا على أن الأرض تدور فى الفضاء دورة كاملة فى كل أربع وعشرين ساعة ، وذلك دليل على أن الأرض هى التى تدور لا السماء . فحركة النجوم فوق رءوسنا إن هى إلا وهم كمثل حركة البقر والأشجار والمبانى تمرّ مسرعة بنافذة القطار الذى نكون فيه .

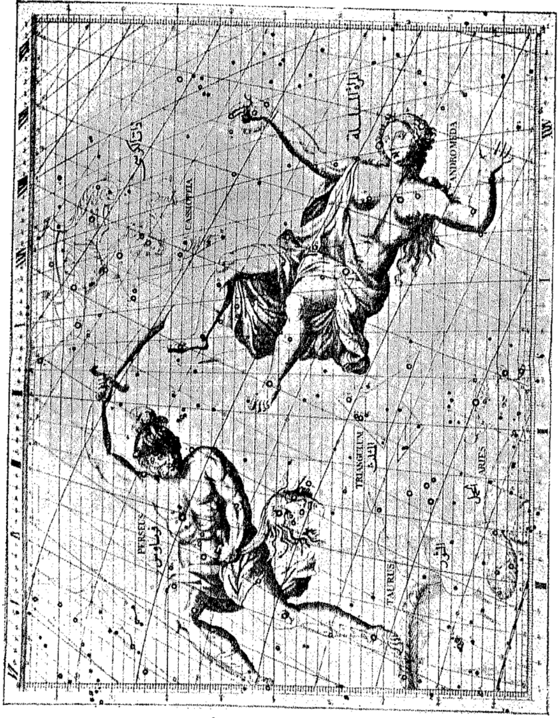
لوحـــة ١ [عن مرصد نُزمان لُكْيِير]



قبـــة السماء الدوّارة

كل خط منحن يبين المسار الظاهرى لنجم واحد فى خلال ٤/١ ٢ ساعة ، والخط المستقيم عبر اللوحة أثر نيزك أحدثه نيزك (صفحة ٧١) اتفق أن اندفع مخترقا جوّ الأرض أثناء تعريض اللوحة

[عن أطلس فلَمستيد]



فرساوس وأندروميدة (المرأة المسلسلة)

أندروميــدة مشدودة الى الصخور وفرساوس قادم يستنقذها حاملا رأس ميدوزا ، والنجم الذى فى جهة ميدوزا هو نجم الغول المتغير (انظر صفحة ١٧٧) والجزء الأسفل من هذه اللوحة يتصل بلوحة ٣ (ص ١٢)

وهذه التجارب على نوعين فلندرسهما واحدا بعد الآخر :

معظم السفن يستعان فى توجيهها بآلة تعرف "بالبوصلة المغنطيسية" فيها يُحمل مغنطيس صغير بكيفية تمكنه من الدوران فى أى اتجاه . فمغنطيس الأرض يجذبه فيدور حتى يتجه نحو الشمال و بذلك يمكن الملاح بعد إذ عرف اتجاه الشمال أن يوجه السفينة تبعا له . لكن الغوّاصات و بعض السفن الحديثة الأخرى يهتدى فى توجيهها بآلة تعرف "بالبوصلة الجيروسكوبية" تعمل طبقا لقاعدة مغايرة للأولى تماما . فيها تستخدم نحلة دوّارة(١) مناسبة الحجم مثبت طرفا المحور الذى تدور حوله فى إطار وهذا بدوره محمول على محاور تمكنه من الدوران فى أى اتجاه . فيوجه محور النحلة — والسفينة لا تزال فى المرفأ — نحو الشمال ثم تُدر النحلة وتحمل على الاستمرار فى الدرور بواسطة عدد كهربائية كالتى تستخدم فى ادارة المروحة الكهربائية العادية ومهما دارت السفينة فى أى اتجاه فمحور النحلة الدوّارة يظل على الدوام متجها نحو الشمال . والسبب فى ذلك بسيط هو أنه ليس هناك مؤثر يحمل النحلة على تغيير اتجاه درورها ، وهنا يستطيع الملاح توجيه السفينة بالرجوع الى هذا الاتجاه الثابت . فإذا دارت السفينة فى الضباب دورة كاملة بدت البوصلة داخل السفينة كأنها تدور وهذا ينم فى الحال عن أن السفينة قد دارت . بمثل ذلك يستدل على دوران الغوّاصة إذا دارت تحت ماء البحر و بنفس هذه الطريقة تكشف البوصلة الجيروسكوبية على اليابس عن دوران الأرض يوميا فى الفضاء .

(١) أدر المغزل أداره شديدا فدرّ درورا فهو درار (Spinning) .

ويمكن أيضا الاستدلال على دوران الأرض بآلة أبسط من السابقة تسمى بندول فوكو . حاولْ تعليق جسم ثقيل بخيط طويل من سقف مرتفع ثم اجعله يتذبذب كبندول ساعة الحائط فهذا البندول المبتسر يظل يتذبذب فى الفضاء فى الاتجاه عينه لنفس السبب البسيط السابق وهو أن ليس هناك مؤثر يغير اتجاهه . لكنك ستجد أنه لن يستمر فى التذبذب فى نفس الاتجاه فى الغرفة التى علق فيها بل يبدو لك اتجاه تذبذبه كأنه يدور فى الغرفة ، وسبب ذلك أن الغرفة نفسها دائبة الدوران فى الفضاء . واذا درسنا حركة البندول هذه بعناية تبين لنا أن الأرض تتم دورة واحدة فى كل أربع وعشرين ساعة ، ففى كثير من المتاحف العلمية والمعامل نجد بندولا طويلا يتذبذب وهو معلق من السقف ، واذا راقبته وقتا كافيا تستطيع أن ترى بلاط البناء يدور تحت البندول ، ونحن والأرض جميعها ندور معه . كذلك حين نرقب الحركة الظاهرة للنجوم فوق رءوسنا : ما نراه فى الواقع هو أنفسنا والأرض كلها تدور تحت قبة السماء . فنحن كالأطفال على الأرجوحة اللفافة فى سوق قرية : يخيل اليهم أن السوق تدور كلها والحقيقة أنهم هم الذين يدورون فيها .

فلو أننا كنا اليوم نبصر النجوم أول مرة لكان من المحتمل المعقول أن نظنها على بعد بضع ياردات أو ربما على بضعة أميال فوق رءوسنا . لكن سرعان ما كنا نجد أن لا سفر على سطح الأرض مهما بعدت شقته بمغير اتجاه النجوم فى الفضاء ، وما هو بمغيره فى الواقع لو أن الأرض كانت أكبر مما هى

عليه الآن مئات المرات بحيث كنا نستطيع أن نسير ملايين الأميال من قطب الى قطب، وكان تحت تصرفنا كذلك أقوى ما عرف للآن من المراقب . وهذا يبين هول المسافات بين النجوم اذا قيست بالمسافات الأرضية . فموطننا فى الفضاء، ذلك الموطن الذى يبـدو كرة هائلة حين نسافر فوقه ، ليس إلا هباءة دقيقة فى الفضاء الفلكى الهائل .

أقرب جيراننا — القمر

اذا سافرنا على سـطح الأرض سفرة أعقبها تغـير محسوس فى اتجاه أى جرم فى الفضاء استطعنا أن نجزم بأن هذا الجرم الذى نحن بصـدده أقرب الينا من النجوم . فمثلا ليس فى وسع أى مرصدين فى جزأين مختلفين من سطح الأرض بجرنيتش ومدينة الرأس أن يكشفا عن فروق ما فى اتجاهات النجوم لكنهما بلا شك يبصران القمر فى اتجاهين مختلفين اختلافا قليلا فى الفضاء وهذا يدل على أن القمر أقرب الينـا من النجوم ويجعل أيضا فى وسعنا تقدير بعد القمر عن الأرض بواسطة عملية شبيهة بالعملية التى تستخدم فى المساحة العادية أو فى تقدير مدى القذف وقت الحرب . فكما انه لا حاجة بنا الى أن نصعد الى قمة جبل لنكشف عن مقدار ارتفاعه ولا أن نذهب الى مواقع العدو لكى نقدّر بعدها عنا، كذلك لا حاجة بنا الى أن نذهب الى القمر كى نقدّر بعده عن الأرض . فبمثل طريقة المساح هذه أو طريقة "تعيين المدى" نتبين أن بعـد القمر عن الأرض يبلغ نحو ٢٣٩٠٠٠ ميل ، وأن بعـده يظل على الدوام ثابتـا لأقرب آلاف قليلة من الأميال . على أن قليـلا من الملاحظة

يبين أن القمر ليس ساكنا فى مكانه . إن بعده من الأرض يظل ثابتا فى حين أن اتجاهه يتغير على الدوام . ونحن نجد أنه يسير حول الأرض فى دائرة — أو ما يقرب من الدائرة — فيطوف حولها مرة فى الشهر أو بالأحرى مرة فى كل ٢٧ $\frac{١}{٣}$ من الأيام . وهو أقرب جار لنا فى الفضاء ، تربطه بالأرض قوة الجاذبية كما تربطنا بها . وسنعود الى الجاذبية فيما بعد (صفحة ٧٣) .

والقمر يبدو أكبر الأجرام فى السماء غير الشمس والحقيقة أنه من أصغرها وإنما يبدو كبيرا لقربه منا فإن قطره لا يتجاوز ٢١٦٠ ميلا ، أى أنه أكبر قليلا من ربع قطر الأرض . وفى كل شهر مرة ، أو بالأدق فى كل ٢٩ $\frac{١}{٢}$ من الأيام ، يبدو قرصه كله منيرا وعندئذ نسميه بدرا كاملا . وفيما عدا ذلك لا يبدو منه منيرا إلا جزء فقط ، ونجد على الدوام أن هذا الجزء هو الذى يقابل الشمس ، وأن الجزء الذى يدابرها يبدو مظلما . وفى استطاعة المصورين غالبا أن يجعلوا صورهم أكثر إقناعا اذا تذكروا أنه لا ينير من القمر إلا الأجزاء التى تضيئها الشمس ، وهذا يدل على أن القمر لا يبعث من نفسه نورا وإنما يعكس ضوء الشمس كأنه مرآة عظيمة معلقة فى السماء .

على أن الجزء المظلم من سطح القمر ليس حالك السواد فإن فيه عادة قدرا من الضوء يكفى لتمكيننا من تبين حدوده تبينا يجعلنا نتحدث عن رؤية " القمر القديم بين ذراعى القمر الجديد " . والضوء الذى نرى به القمر القديم لا يصل اليه من الشمس ولكن من الأرض . فنحن نعلم حق العلم كيف أن البحر أو الجليد بل والطريق المبلل يعكس سطحه ضوء

الشمس الى وجوهنا فيضايقنا . كذلك سطح الأرض كلها يعكس من ضوء الشمس الى وجه القمر ما يكفى لتمكيننا من رؤية أجزائه التى لولا هذا الضوء لكانت مظلمة .

ولو كان هناك على القمر سكان لرأوا أرضنا تعكس ضوء الشمس كأنها أيضا مرآة عظيمة معلقة فى السماء ، واذن لتحدثوا عن نور الأرض كما نتحدث نحن عن نور القمر — وما "القمر القديم بين ذراعى القمر الجديد" إلا ذلك الجزء المليل(١) من سطح القمر قد أضىء بنور الأرض — ولكان سكان القمر قياسا على ذلك يرون أحيانا جزءا من أرضنا فى ضوء الشمس الكامل ويرون الجزء الباقى فى نور القمر وحده ، ولعلهم كانوا يسمون ذلك "الأرض القديمة بين ذراعى الأرض الجديدة" .

الشمس

إن من السهل قياس بعد القمر عن الأرض لأنه منها دان قريب . أما قياس بعد الشمس فأقل كثيرا من هذا فى السهولة لأن الشمس أبعد كثيرا عن الأرض من القمر . فالطرق التى نستخدمها لايجاد بعد القمر لا تنجح كثيرا مع الشمس ، وهناك طرق شبيهة بها بعض الشبه تدلنا على أن بعد الشمس يقل قليلا عن ٩٣,٠٠٠,٠٠٠ من الأميال — وربما كان حوالى ٩٢,٩٠٠,٠٠٠ من الأميال ، وبذا يكون بعد الشمس قدر بعد القمر ٤٠٠ مرة تقريبا وهذا يفسر كون بعدها أصعب فى القياس .

(١) أى الذى يكون الوقت فيه ليلا .

ومع ذلك فالشمس والقمر يبدوان فى السماء متساويى الحجم تقريبا ، ويحدث من وقت الى آخر ما يعرف "بكسوف" الشمس فيقع القمر أمام الشمس بالضبط وعندئذ نراه يكاد يغطيها تماما . وتفسير ذلك بالطبع أن الشمس ليست فقط على بعد قدر بعد القمر حوالى ٤٠٠ مرة ، ولكنها كذلك قدره فى الكبر حوالى ٤٠٠ مرة . فقطرها قدر قطره حوالى ٤٠٠ مرة أو قدر قطر الأرض حوالى ١٠٩ من المرات أى حوالى ٨٦٤٠٠٠ من الأميال . ومعنى هذا بداهة أن الشمس أكبر من الأرض بقدر ١٠٩ من المرات فى كل اتجاه — فى الطول والعرض والارتفاع — وعلى ذلك فلا أقل من ١,٣٠٠,٠٠٠ أرض يمكن أن يزج بها فى الشمس .

أبعاد النجوم

الطريقة التى وصفتها فيما مر تنبئنا عن بعدى الشمس والقمر لكنها تفشل فشلا تاما اذا جربت على النجوم . فسرعان ما نجد أن علينا أن نسافر سفرا أبعد كثيرا من بعد ما بين جرينتش ومدينة الرأس قبل أن نكتشف أى تغيير فى اتجاهات النجوم . ومن حسن الحظ أن الفطرة نفسها تهيئ لنا هذا السفر وتحملنا تلك المسافات مجانا ، فالأرض تسير بنا حول الشمس فتتم الدورة الكاملة مرة فى كل عام وبذلك نكون فى كل لحظة من اللحظات فى الجانب الآخر من الشمس المقابل بالضبط للموضع الذى كنا فيه قبل هذه اللحظة بستة أشهر ، وعلى ذلك نكون على بعد ١٨٦,٠٠٠,٠٠٠ ميل من ذلك الموضع .

وهـذه السياحة البالغـة ١٨٦,٠٠٠,٠٠٠ من الأميال هي من الطول بحيث إننا بعد إتمامها نصل أخيرا الى أن نرى النجوم فى اتجاهات فى الفضاء تختلف اختلافا طفيفا عما كانت عليه قبل السياحة، وإن كنا حتى فى هـذه الحالة نحتاج الى آلات غاية فى الدقة لقياس هذا التغير فى الاتجاه. وباستخدام طريقـة المساحين مرة أخرى، ولكن على مقياس متناه فى العظم بالنسـبة لمقياسهم، نستطيع أن نحسب أبعاد النجوم من مقدار التغـير الذى يحدث فى اتجاهها أثناء تحركنا باستمرار مسافة ١٨٦ مليونا من الأميال .

ويمكن قياس أبعـاد أقرب النجوم بشيء من الدقة بالطريقة الآتية : هنالك فى أقاصى النصف الجنوبى للكرة السماوية نجم غامض يعرف بالأقرب[١] القنطورى[٢] تبين أنه أقرب النجوم جميعا الينا ويبعد عنا بمقدار ٢٥ مليون مليون ميل . أى أن بعد أقرب النجوم الينا قدر بعد الشمس عنا ٢٧٠٠٠٠ مرة وعلى الرغم من أن هـذا النجم أقرب النجوم المعـروفة فانه لم يكشف عنـه إلا حديثا جدا نظرا لقلة الضوء الذى يبعثه ولذا فمن المحتمل جدا أن يكشف فى أى وقت عن نجـوم أقرب ولكن أخفى منـه . وإذا استثنينا الشمس والقمر وبعض السيارات (راجع صفحتى ٥٧، ٥٩) فان ألمع جرم فى السماء كلها هو الشعرى اليمانية[٣] . وقد وجد أن بعدها عنا ٥١ مليون مليون

(١) أى أقرب نجم الينا . وتجد أهمية أسماء النجوم مشروحة فى صفحة (١٤) كما تجد طريقة التعرف على النجوم فى السماء فى صفحة (١٦٥) . (٢) أى الذى فى كوكبة قنطورس .

(٣) وتسمى أيضا الشعرى العبور .

ميل، فأنت ترى أن بعدها عنا ضعف بعد الأقرب القنطورى، ومع ذلك فان مقدار الضوء الذى يصل الينا منها قدر الذى يصل الينا منه ٧٠ ألف مرة. وهنـاك خمسة نجوم أخرى غير الأقرب القنطورى نعرف أنهـا أقرب الى الأرض من الشعرى اليمانيـة، ولمـا كانت كلها على رغم قربها تبـدو أخفى من الشعرى اليمانية فلابدّ أن تكون كلها أضعف نورا فى ذاتها من الشـعرى اليمانيـــة .

كتاب السماء المصوّر

إننا حتى مع فرض أنا نشاهد النجوم الليلة أوّل مرة لا بدّ أن سنلاحظ أنها شىء أكبر من مجرّد نقط ضوئيـة تجمعت بالمصادفة، فان فى ترتيبها من النظام والإحكام فوق ما كان ينتظر وجوده لو أن بقعا ضوئية نيرة وأخرى غير نيرة نثرت على وجه السماء كيفما اتفق كأنمـا هى ملح نثر من ثقوب مملحة عظيمة . ثم لا بدّ أن نكتشف بعـد أن نشاهد السماء ليـالى قليلة أن هذا الترتيب المنظم يظل ثابتا ليلة بعد أخرى، وتبدأ المجاميع الواحدة من النيرات (النجوم اللامعـة) وقد رأيناها ليلة بعد ليـلة توحى الى خيالنا حدود أجسام مألوفة تساعدنا فى تذكر ترتيبها على وجه السماء، فمن السهل اكتشاف خطوط من النجوم فى السماء ومثلثات ومربعات وحروف من أحرف الهجاء وأعداد مثـل ٤ و ٧ ، وقد رأى أسـلافنا بخيالهم الصافى صورا فى السماء كالحراث والدب والكرسى والحية وبهذه الطريقة انقسمت النجوم الى "كوكبات" أو مجاميع من نجوم متصاحبة .

ولا يزال بعض هذه المجاميع يحمل أسماء أشياء عادية، لكن عددا أكثر من ذلك بكثير يحمل أسماء أبطال اليونان الخرافيين أو أشـياء واردة فى القصص اليونانية، ونجد فى بعض الحالات مجموعة من كوكبات متعدّدة متقاربة تمثل قصة تمثيلا ما بالرسم، فكأن السماء قد اسـتخدمت ككتّاب صور خالد توضح قصة بعد أخرى من القصص الخرافية العتيقة تبعا لدوران الأرض من تحتها.

فمثلا هناك ست كوكبات متقاربة فى السماء هى : قيفاوس (أو الملتهب) وكسيوبيا (أو ذات الكرسى) واندروميـدة (أو المرأة المسلسلة) وفرساوس (أو حامل رأس الغول) وبيجاسوس (أو الفرس الأعظم) وقيطس (الوحش البحرى أو الحوت الكبير) توضح كلها قصة فرساوس وأندروميـدة (أنظر اللوحة ٢ المقابلة لصفحة ٣) واذا استعنا بوصـف لإراتس السولى وهو شاعر يونانى من نكرات شعراء القرن الثالث قبل الميلاد أمكننا تصوير المنظر للرائى على النحو الآتى :

أندروميدة مشدودة من ذراعيها الممدودتين بسلسلة الى صخرة فى البحر ووالداها قيفاوس وكسيوبيا ينظران اليها من قرب دون أن يسمح لهما بمساعدتها فقيفاوس نفسه قد شـدّ ابنته بسلسـلة الى الصخر لكى يهدئ من الآلهـة الغضاب فى حين أن كسيوبيا التى كانت مباهاتها بجمـال ابنتها سبب المتاعب كلها تظل جالسة فى كرسيها العظيم (المكوّن من نيرات على شكل W) . وبينما همـا يرقبان ابنتهما عاجزين عن مساعدتها اذا بقيطس، وهو وحش بحرى أرسله الآلهة أنفسهم، يقترب من أندروميدة ليفترسها . عندئذ يظهر

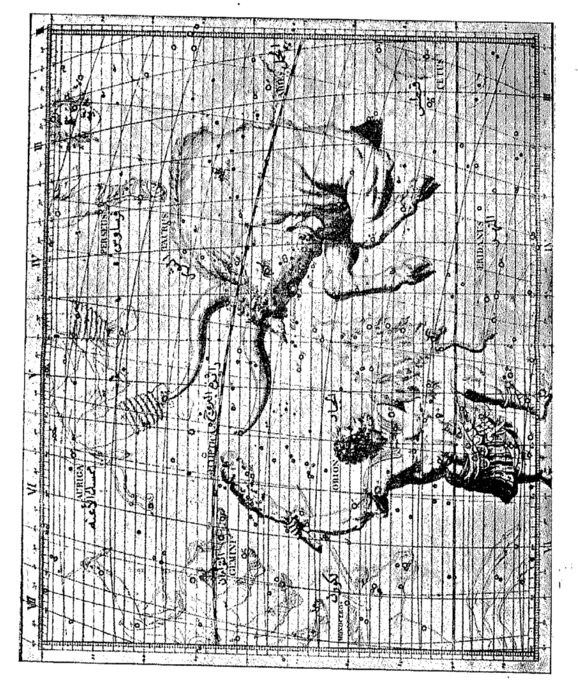
فرساوس بغأة ممتطيا جواده الطائر بيجاسوس عقب قتله ميدوزا الجرجونية التى كانت نظراتها تحول كل شىء تقع عليـه إلى حجر والتى كان لا يزال يحمل رأسها فى يده . يترجل فرساوس عن جواده بسرعة عظيمة مثيرا بذلك سحابة من التراب (مجموعة من نجوم خفية جدّا) ثم يقدّم رأس ميدوزا إلى الوحش قيطس فيمسخه حجرا ثم ينجى أندروميدة بقطعه سلاسلها . و يتقهقر جواده بيجاسوس فى أثناء ذلك حتى يقع فى مجموعة أخرى من الكوكبات تحمل كلها أسمـاء مائيـة من بينها ، عدا قيطس الوحش البحرى ، أسماك أخرى — الحوت (أو السمكتان) والحوت الجنوبى (السمكة الجنوبية) — وكذلك ساكب المـاء (أو الدلو) والنهر أيضـا . و يقول أراتس إن ساكب المـاء قد سبق له أن أمسك بيد بيجاسوس ليقبض عليه .

هـذه المجموعة من الكوكبات نراها فى السماء مساء فى أواخر الخريف وعنـد ما تغيب فى الغرب تظهر مجموعة أخرى كبيرة فى الشرق[١] وهى : — الجبار[٢] والكلب الأكبر والكلب الأصغر والأرنب ووحيد القرن (أو لكورن[٣]) والثور . فيها ترى الصياد الجبار متمنطقا بحزام يخطف البصر بريقه (ثلاثة نجوم لامعـة على خط واحد) وحوله كلابه وحيوانات للقنص وهو يهـز هراوة فى يده متأهبا للقاء الثور المندفع نحوه بقرون قد خفضها للنطاح (أنظر لوحة ٣) .

---

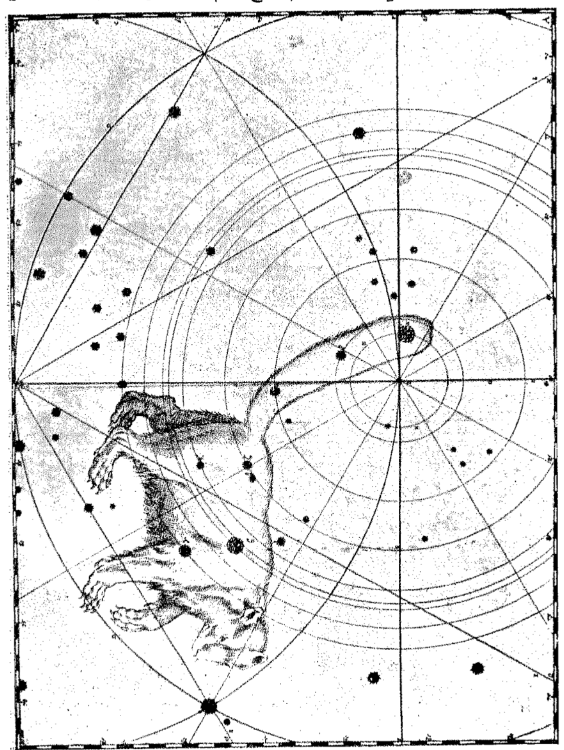
(١) تسـمى العرب النجم (أو المجموعة) الذى يطلع عنـد سقوط آخر (أو أخرى) رقيبـه (أو رقيبها) . (٢) أو الجوزاء . (٣) (moroceros) سماه الفلكى باشا لكورن وهو حيوان ذو قرن واحد يسكن وسط أفريقيا والأفضل تسمية هذه المجموعة وحيد القرن .

[عن أطلس فلمستيد]



الجبار والكوكبات المتاخمة له

الرجل الجبار يستعدّ لتلقى حملة الثور (انظر صفحتى ١٢ ، ١٨٤) والخط السميك الذى فوق حزام الجبار مباشرة هو خط الاستواء والخط السميك الذى يمتدّ بين قرنى الثور هو دائرة البروج وهى مسار الشمس فى السماء . والجزء العلوى الى اليسار تتمة لوحة ٢



الدب الأصغر والنجم القطبي

النجم القطبي هو النجم اللامع عند طرف ذيل الدب ، والقطب الحقيقي لا ينطبق تمام الانطباق على هذا النجم وإنما يقع أسفل منه بقليل عند ملتقى الخطوط بالدائرة . وهو يتحرك بالتدريج على هـذه الدائرة — وقد كان أمام أنف الدب قبل ٥٠٠٠٠ سنة (انظر صفحة ١٩)

ومجموعة أخرى عظيمة من الكوكبات يرى بعضهم أنها قد تمثل صورة من قصة الطوفان الذائعة ، هذه المجموعة هى أرجو (السفينة) واليمامة والغراب والأرنب والشجاع (الحية المائية) والباطية (الكاس) . لكن هناك تفسير آخر محتمل ، فان أرجو كان اسم السفينة التى قاد فيها البطل جاسون بحارته يبحثون سدى عن الجزة الذهبية . وعند اليونان قصة قديمة تقول إن أولئك لما عجزوا عن العثور على الجزة بعد محاولات كثيرة محفوفة بالأخطار أحالتهم الآلهة آثين كلهم إلى نجوم تتكون منها الآن كوكبة السفينة .

وبينا نرى معظم الكوكبات قد علقت بها خرافات وقصص موروثة فان واحدة منها على الأقل قد علقت بشخص تاريخى ، فقد اشتهرت بيرينيس زوجة بطليموس الثالث ملك مصر بجمال شعرها ، ولما اعتزم زوجها أن يكون على رأس حملة خطيرة الى الشام نذرت لئن عاد سالما لتقصن شعرها وتودعه معبد أرسينو . وقد عاد فيما بعد وبرت الملكة بقسمها فقصت شعرها وسلمته للكاهن القائم على المعبد ولما كان ذلك قد حدث قبل أن يصير الشعر المقصوص بدع العصر (أو موضته) فان الملك غضب لحدوثه غضبا شديدا فجاء الكاهن الماكر كى يسوّى الأمور فأفهم الملك أن الشعر قد أودع بالفعل فى السماء حيث يرى جماله الناس كلهم الى الأبد ، وأشار الى مجموعة من النجوم تبدو حقا شبيهة بالشعر الى حدّ ما وقد سميت من ذلك الحين بذات الشعور (شعر بيرينيس) . فاذا رغبت فى أن ترى

جمال ضفائر شعر الملكة المصرية فما عليك إلا أن تنظر الى السماء فى أى مساء فى الربيع على بعد غير كبير من الحراث أو الدب الأكبر فتراها لا تزال هنالك تبرق لم ينقص من بهائها شىء .

أسماء النجوم

اذا أردنا أن نعرف مكان بيت فى المدينة فأول ما نسأل عنه اسم الشارع الذى يحتويه، كذلك اذا أردنا أن نعرف مكان نجم فى السماء فأول ما نسأل عنه اسم الكوكبة التى ينتسب اليها . و بينما نرى بعض البيوت فى المدينة تعرف برقم و باسم شارع فقط — شارع الملك رقم ٢٧ مثلا — فان بعض البيوت البارزة قد يكون لها أسماء خاصة بها . كذلك الحال فى النجوم، فألمعها وأعرفها للناس لها أسماء خاصة — كالشعرى اليمانية والسماك الرامح والعيوق والنسر الواقع وهلم جرا — فى حين أن الأخرى لا تعرف إلا برقم واسم كوكبة مثل ٢٧ الكلب الأكبر . لكن الفلكيين قبل أن يؤذوا النجوم بحقارة الأرقام المجرّدة يستنفدون كل الحروف الهجائية اليونانية : ألفا α (أو الألف ا) وبيتا β (أو الباء ب) وجاما γ (أو الجيم ح) ودلتا δ (أو الدال د) الخ بحيث أن النجم الرئيسى فى كوكبة ما وهو عادة ألمع نجومها يوصف بأنه ألف (ا) تلك الكوكبة ، والثانى وهو عادة النجم التالى فى اللمعان يوصف بأنه باء الكوكبة والثالث جيمها وهلم جرا فمثلا يمكن تعيين ألمع نجوم السماء كلها إما باسمه الخاص وهو الشعرى اليمانية Sirius (ومعناه التلألؤ) أو بما يصح أن نسميه عنوانها

الكوكبي وهو ا الكلب الأكبر دلالة على أنه ألمع نجوم كوكبة الكلب الأكبر، ولهذا السبب تعرف الشعرى اليمانية بالنجم الكلبي .

وأضعف نجوم السماء ضوءا ليس لها ولا عنوان كوكبي ، ولتعيينها يجب أن نذكر موضعها من السماء بالضبط أو على الأقل رقمها فى أحد كتالوجات النجوم فمثلا ٣٥٩ ولف معناه النجم رقم ٣٥٩ فى كتالوج الفلكى ولف .

وفى آخر الكتاب فى ذيل ٢ صفحة (١٩٦) قائمة بالعشرين نجما التى تبدو فى السماء كلها ألمع من سواها وبجانب كل منها عنوانه الكوكبي .

القطبية أو النجم القطبي

انظر الى السماء وتأمل الجزء العلوى من نصفها الشمالى فى ليلة صافية تجد أربعة نجوم على شيء من اللمعان تكوّن شكلا مستطيلا قد انزوى أحد أركانه الى داخله قليلا . من هذا الركن يخرج خط منحن قليلا مكوّن من ثلاثة نجوم وآخر هذه النجوم الثلاثة "هو النجم القطبي أو القطبية" الذى تبدو القبة السماوية كأنها تدور كلها حوله . هذه النجوم السبعة هى ونجوم أخرى أخفى منها لاحصر لها تكوّن الدب الأصغر [1] : المستطيل جسم الدب [2] والنجوم الثلاثة ذيله [3] والنجم القطبي (أوالقطبية) فى طرف هذا الذيل (أنظر لوحة ٤) فكأنما هذا الدب الأصغر التعس قد ربط من طرف ذيله وأدير

(١) كانت تسميها العرب بنات نعش الصغرى . (٢) تسميه العرب النعش .

(٣) تسميها العرب البنات .

فى السماء من الشرق الى الغرب . وفى الحق ان السماء كلها تتحرك كما لو كانت مركبة على ذيل الدب الأصغر وهى تدور حوله بحيث تتم الدورة مرة فى كل أربع وعشرين ساعة .

وقد تجمعت حول القطبية والدب الأصغر كل الكوكبات التى نعرفها أكثر من غيرها وهى الدب الأكبر وذات الكرسى وفرساوس والزرافة والتنين (أنظر خرائط النجوم فى آخر الكتاب) ، وهـذه كلها مألوفة لأنها لا تغرب أبدا فهى بمرأى منا فى كل وقت من أوقات الليل وفى كل فصل من فصول السنة[١] . وأبعد عن القطبية من هذه الكوكبات كوكبات أخرى لا ترى دائما مثـل الجبار والكلب الأكبر والشجاع والأسد والجاثى والحية (أو الأفعى) والعقاب (النسر) والدجاجة (البجعة) والجدى (المعزى) والفرس الأعظم ، وهـذه كلها تطلع فى الشرق فى أوقات معينـة وتخـترق السماء حتى تغيب فى الغرب ، ثم تختفى عن الأنظار حتى تطلع فى الليلة التاليـة (أنظر الخرائط الانجليزية والعربية) . ثم أبعد من هـذه الكوكبات عن القطبيـة كوكبات أخرى لا نراها نحن هنا[٢] أبدا إلا اذا سافرنا الى البـلاد الجنوبية ومن أمثلتها[٣] الصليب الجنوبى وقنطورس والسفينة والساعة (ذات البندول) والمنضـدة (أو المـائدة)[٤] .

(١) هـذا فى انجلترا أما فى مصر فهذا لا ينطبق إلا على التنين والدب الأصغر أما البقيـة فلا ترى كلها دائما بل معظمها . (٢) فى انجلترا . (٣) كل الكواكب الآتية يمكن رؤية بعض أجزائها بمصر ما عدا الأخيرة وهى المنضدة (أو المـائدة) فلا ترى أبدا .

(٤) سماها الفلكى باشا لاتابل والأولى تسميتها المنضدة (أو المـائدة) .

طـــواف القطب

اذا طال تأملنا فى السماء تبين لنا أن منظر الكوكبات يتوالى كما هو بدون تغير، لا ليلة بعد أخرى فحسب ولكن من سنة الى أخرى بل من جيل الى جيل . وحقا إنه ليتبين من خرائط النجوم العتيقة أن ترتيب الكوكبات يكاد يكون فى مظهره لنـا كما كان لقـدماء المصريين والصينيين والكلديين منذ خمسة آلاف سنة حينما شرعوا يدرسون وجه السماء للمرة الأولى .

ومع ذلك فهناك ناحية مهمة تظهر لنا السماء مختلفة فيها جدّ الاختلاف عما كانت تظهر لهم ، فنحن الآن نراها تدور ليلة بعد ليلة حول طرف ذنب الدب الأصـغر لكن الفلكيين منذ ٥٠٠٠ سـنة كانوا يرون السماء نفسها وهـذه الكوكبات ذاتهـا تدور كلها حول نجم الثعبان أو ألف التنين وهو نير فى كوكبة التنين واقع عند منتصف ذيله . وهو أيضا واقع كقرصة موضوعة أمام أنف الدب الأصغر (أنظر لوحة ٤ المقابلة لصفحة ١٣) .

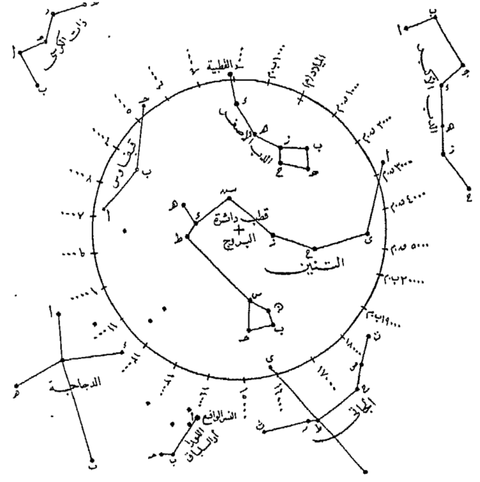
وقد يبدو أول وهلة أن طواف قطب السماء على هذه الصورة سر غاية فى الغموض لكن هناك تفسير لتلك الظاهرة فى غاية البساطة ، فقبة السماء تبدو كأنها تدور على القطبية لأن الأرض تدور حول محور متجه نحو القطب الشمالى ، والأرض يمكن اعتبارها — من جميع الوجوه — نحـلة دوّارة هائلة معلقة فى الفضاء ، وقد رأينا عند ما تكلمنا عن " البوصلة الجير وسكوبية " كيف أن محور النحلة الدوّارة يتجه دائمـا فى اتجاه ثابت فى الفضاء إلا اذا طرأ ما يعمل على تغيير اتجاهه . فاذا كان اتجاه محور الأرض فى الفضاء يتغير على

الدوام فلا بدّ أن يكون هنـاك طارئ يعمل دائمـا على إحداث ذلك التغيير ونحن الآن نعرف ما هو هذا الطارئ .

سترى فيما يلى (صفحة ٧٧) كيف أن الأرض واقعة فى قبضة جذب الشمس القوية وأنها تدور حول الشمس من أجل ذلك مرة فى السـنة ، ولو كانت الأرض فى شكلها كاملة التكوّر لاقتصر أثر قبضة جذب الشمس فيها على منعها من الانفلات منطلقة فى الفضاء . لكن الأرض كما هى ليست تامة التكوّر فهى أقرب إلى شكل البرتقالة منبعجة قليلا عند خط الاستواء . وجذب الشمس هذا الجزء المنبعج يغير اتجاه محور الأرض فى الفضاء ببطء ولكن باستمرار . ونتيجة ذلك أن قطب السماء — المنطقـة من السماء التى يشـير نحوها محور الارض — يدور فى السماء فى دائرة يحتاج لاتمـامها إلى ٢٥٨٠٠ سنة ، وتعرف هذه الظاهرة بمبادرة الاعتدالين .

وليس هذا كل ما فى الأمر فالقمر أيضا يجذب الأرض اليه جذبا ينشأ عنه ترنح صغير سريع يعرف "بتمايل محور الأرض" — يضاف إلى الحركة الأكثر اتئادا وجلالا المتسببة عن جذب الشمس .

هذه الحركات هى السبب فى أن محور الأرض كان فيما مضى يتجه فى اتجاه مخالف لاتجاهه اليوم ، فأجدادنا منذ ٥٠٠٠ سنة كانوا يرون السماء تدور حول نقطة فى كوكبة التنين وسيرى أحفادنا بعد ٥٠٠٠ سنة أن السماء للسبب نفسه تدور حول نقطة فى كوكبة قيفاوس . ويبين شكل (١) طواف القطب — أى قطب محور دوران الأرض .



شكل (١) طواف القطب — يبين هذا الشكل مواضع القطب فى تواريخ مختلفة ومنه يظهر أن القطب حتى منذ ٣٠٠٠ سنة كان أقرب بنحو ١٧° إلى الجنوب مما هو عليه الآن ولذلك كان الأوربيون يستطيعون رؤية بعض أجزاء من السماء الجنوبية لا يمكنهم رؤيتها الآن وهذا يفسر لنا كيف أن كثيرا من الكوكبات الجنوبية لها أسماء يونانية ولاتينية .

ومع ذلك فترتيب النجوم فى السماء بوجه عام كان منذ خمسة آلاف سنة كما هو الآن وسيظل كما هو بعد وقتنا هذا بخمسة آلاف سنة، لم تتغير النجوم البعيدة وإنما تغيرت الأرض الصغيرة التى نحن عليها . لكن على الرغم من أن آلاف السنين لا تحدث تغييرا محسوسا فى ترتيب النجوم فى السماء بوجه عام فان بعضا من أضوأ النقط فى السماء كلها تتغير أوضاعه بسرعة بينة ، وهذه تسمى بالسيارات طبقا لما يدل عليه اسمها الأصلى اليونانى الذى معناه

"الطوافات" . فالسيارات هى بدو السماء : ليس لها عنوان كوكبى كما ان أهل الرحال ليس لهم عنوان بريدى . وأنى لهم ذلك وهم كل يوم فى انتقال .

السـيارات

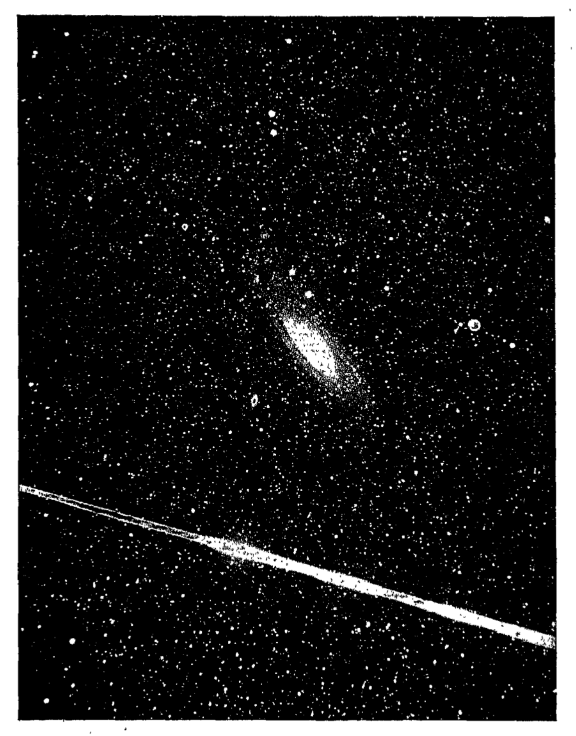
خمسة من السيارات كان يعرفها القدماء — عطارد والزهرة والمريخ والمشترى و زحل . ولا شك فى أنهم كانوا يجهلون أن الأرض سيار سادس . هذا وقد اكتشف فى الأزمنة الحديثة ثلاثة سيارات أخفى كثيرا من السابقة هى أورانوس وقد اكتشف سنة ١٧٨١ ، ونبتون سنة ١٨٤٦ ، و بلوتو سنة ١٩٣٠

إننا نستطيع عادة أن نتبين حركة طيارة فى السماء فى ثوان قليلة جدا وكلما كانت الطيارة أقرب الينا كنا أسرع ملاحظة لحركتها . وانطلاقات[١] الاجرام الفلكية فى حركاتها تفوق كثيرا انطلاق الطيارة إذ تكون عادة أكبر منها آلافا كثيرة . وفى وسعنا من غير أن نخطئ خطأ فاحشا أن نفرض برهة من الزمن أن انطلاقات كل تلك الاجرام السماوية متساوية ، فاذا فرضنا ذلك دل مقدار الانطلاق الذى يبدو أن جسما سماويا يتحرك به على مقدار قربه منا بوجه التقريب . فكلما بدا الجسم أكبر انطلاقا كان الينا أقرب ، لكن هناك مستثنى يجب ذكره هو القمر فانا لا نرى حركته الحقيقية لأنه سائح معنا فى الفضاء ، مثله كمثل المسافر الذى يسافر معنا فى عربة واحدة من عربات السكة الحديدية .

تلك القاعدة العامة توضحها الصورة الفتغرافية المنقولة فى لوحة (٥)

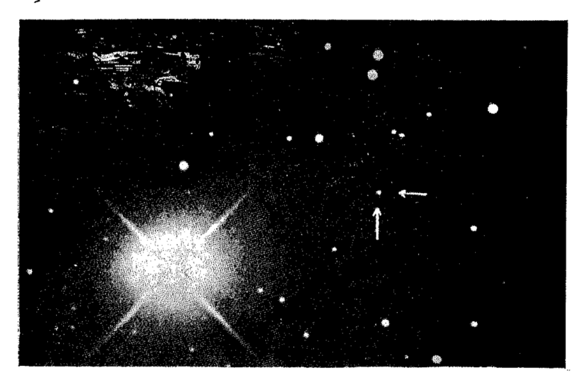
(١) وضعنا هذه اللفظة فى علم الميكانيكا ترجمة لكلمة (Speed) حتى لا تختلط بالسرعة (Velocity) .

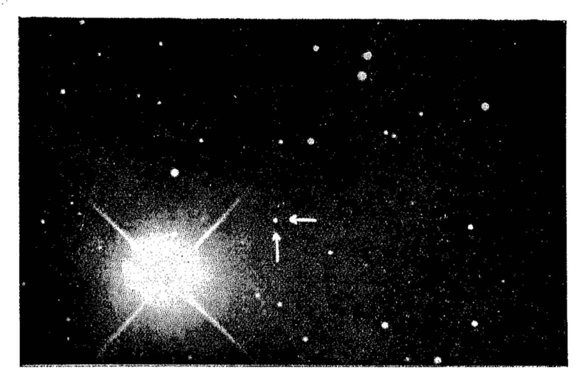
[عن المرصد الأهلى ، براغ ، تشيكوسلوفاكيا]



كـرة نارية وسـديم

عبرت الكرة النارية (نيزك كبير) اللوحة فى خمس ثانية ، بينما السديم لا يكاد يتحرك بقدر محسوس فى مليون سنة (صفحة ٢١)





إكتشاف بلوتو

صورتان فتغرافيتان للنطقة القريبة من ى التوأمين مأخوذتان فى ٢ و ٥ مارس سنة ١٩٣٠ وقد وجد أن الجرم المعلم بالسهمين قد تحرك قــدرا مذكورا فى فترة الثلاثة الأيام مثبتاً أنه من قبيل السيارات

بمثلين على طرفى نقيض فان الخط المائل الممتد فى النصف الأسفل من اللوحة هو مسار شهاب (أنظر صفحة ٧٠) عبر السماء بسرعة عظيمة بحيث اخترق اللوحة كلها فى خُمس ثانيـة أى فى جزء صغير جدا من زمن تعرّض اللوحة للسماء . وأما الجرم الكبير بقرب وسـط اللوحة فهو صورة السديم الأعظم فى كوكبة ذات الكرسى (أنظر صفحة ١٣١) يتحرّك عبر السماء ببطء عظيم بحيث لا يكاد موضعه يتغير فى مليون سنة . وكل من الشهاب والسديم يتحرّك فى الفضاء بانطلاق أكبر من انطلاقات الطيارات آلاف المرّات لكن الشهاب تراءى لنا سريع الحركة لأنه كان قريبا منا على بعد نحو ٥٠ ميلا فى جوّ الأرض أما السديم فتراءى بطيئا لأنه يبعد عنا بمقدار ٥٫٣٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ من الأميال .

والاجرام الأخرى الظاهرة فى الصورة نجوم متوسـطة اللمعان وأبعادها عن الأرض وسط بين بعدى الجسمين المذكورين آنفا . وهذه النجوم أيضا تتحرّك فى الفضاء أسرع من الطيـارة آلاف المرّات ، وأبعادها عنا وإن لم تبلغ شيئا يشبه بعد السديم إلا أنها كبيرة إلى حدّ نحتاج معه إلى سفر آلاف السنين بتلك السرعة المريعة قبـل أن نستطيع تبين أى تغـير فى موقع نجم فى السماء .

وللفلكيين طريقـة غاية فى البسـاطة يتبينون بهـا السيارات والأجرام الأخرى التى تتحـرّك فى السماء بسرعة تمكننا من أن نلحظ حركاتها . إنه اذا استعدّ جماعة من الناس لأن تؤخذ صـورتهم الفتغرافية بتعرّض للضوء

فيه طول ثم تحرك أحدهم فى خلال هذا التعرض فان الصورة تفسد ولا يظهر الجانى إنسانا عاديا على الصورة ولكن شبحا مشوها منطمسا . والفلكى يستفيد من هذه الظاهرة فيصور جزءا من السماء بتعريض اللوح لها طويلا وعندئذ يظهر كل جرم متحرك فى السماء بسرعة كبيرة خيالا منطمسا بدلا من أن يظهر نقطة ضوئية محددة . وبهذه الطريقة البسيطة وما دخل عليها من تغييرات وتعديلات اكتشف كثير من الأجرام السماوية القريبة منا ، ومنها السيار بلوتو الذى استغرق البحث عنه سنين عدة ولم يكتشف إلا فى مارس سنة ١٩٣٠ (صفحة ٧٩) . واللوحة ٦ (المقابلة لصفحة ٢١) تبين لوحتين مأخوذتين فى مرصد لوول بأريزونا لمنطقة السماء التى كان يظن أن السيار الجديد يقع فيها ، وبين الصورتين فترة ثلاثة أيام . فترى الجرم المشار اليه بالسهمين قد تحرك قدرا محسوسا فى تلك الفترة وهذه الحركة تثبت قطعا أنه من السيارات .

مستعمرة منعزلة

لعل فينا من توقع أن يكون هناك تدرج من هذه الأجرام العظيمة السرعة الى النجوم البطيئة التى لا تكاد تبدى عن شىء من علامات الحركة حتى صرنا نطلق عليها اسم "النجوم الثوابت". لكن الواقع أنه لا تدرج هناك فان الأجرام السماوية صنفان متميزان لا ثالث بينهما ، ولهذا سبب فى غاية البساطة هو أن الأرض تنتسب الى مستعمرة صغيرة تكاد تكون منعزلة انعزالا تاما فى الفضاء ولذا كانت سيارات المستعمرة وأجرامها الأخرى أقرب

جدّا الى الأرض حتى من أقرب النجوم الثوابت . فتلك الأجرام تبدو لنا سريعة فى حركتها لسبب واحد فقط هو قربها منا لا كونها تقطع فى الساعة الواحدة أميالا أكثر من التى تقطعها الأجرام الأخرى ، بل الواقع أن أغلبها يقطع فى الساعة أقل مما تقطعه النجوم الثوابت . حتى أقرب النجوم إلينا أبعد من الشمس عنا ٢٧٠٠٠٠ مرة أى أنه أبعد ٧٠٠٠ مرة من أبعد السيارات وهو بلوتو ، فالضوء المنبعث من بلوتو يستغرق بين أربع ساعات وخمس حتى يصل إلينا مع أن الضوء الآتى من أقرب النجوم يستغرق بين أربع سنوات وخمس . وهذا يوضح بجلاء كيف أن تلك المستعمرة منعزلة فى الفضاء انعزالا تاما يفوق كثيرا انعزال الحِلالِ[1] فى أكثر ممالك الأرض توحشا ، فنحن نصف الحِلالِ بأنها منعزلة اذا تباعد بعضها عن بعض عدّة أميال لكنا اذا مثلنا لتلك المستعمرة التى فى الفضاء بقرية صغيرة فى انجلترا فان المقاطعة التى تليها ، وهى أقرب النجوم الثوابت ، يجب أن تقع على هذا المقياس فى إحدى نواحى أفريقيا أو سيبيريا .

وأهم فرد من أفراد تلك المستعمرة المنعزلة هو طبعا الشمس ويصح أن نحسبها سيارا ضخما وإن كانت أكبر وأزهى بمراحل من أى سيار آخر .

والشمس كالسيارات الأخرى تتحرك باستمرار عبر وراء[2] من كوكبات تكوّنها النجوم الثوابت التى هى أبعد كثيرا من الشمس ، وحركتها تلك

---

(١) الحلال جمع حلة وهى القوم النزول وجماعة بيوت الناس أو مائة بيت كما فى القاموس وقد ترجمنا بها كلمة (Settlements) . (٢) Background

لا نلحظها عادة لأن ضوء الشمس يطمس أضواء النجوم الأخرى جميعا ، ومع ذلك فالفلكى الذى يستطيع أن يرى النجوم من خلال مرقبه حتى فى ريعان ضـوء النهـار يمكنه أن يتتبعها بسهولة . بل إن من الممكن التثبت من تلك الحركة بطريقة غير مبـاشرة بدون مرقب ، فالشمس تكون وقت الظهـيرة فى الجنوب ولذلك تكون عند منتصف الليل فى المكان المقابل تمـاما لمكانها الأوّل فى الفضاء (شمالا ولكن تحت الأفق) فاذا نظرنا تجاه الجنوب ليلة بعد ليلة عند منتصف الليل تمـاما فانا نجد أن جزء السماء فى الجنوب يختلف كل ليلة عنه فى سابقتها دليلا على أن الشمس التى تكون عندئذ فى المكان المقابل بالضبط لهذا المكان تقع هى الأخرى كل ليلة فى موضع غير الذى كانت فيه الليلة السابقة .

وكان الاعتقاد الغالب حتى القرون الوسطى ، وإن لم يكن إجماعا ، أن الأرض مركز تلك المستعمرة من الأجرام بل كانت فى الواقع معدودة مركزا للعالم أجمع . فكان المعتقد عندئذ أن الشمس والقمر والكواكب السيارة موصولة بكرات شـفافة تدور حول الأرض على أبعاد منها مختلفة فى حين أن النجوم الثوابت موصولة بكرة أكبر تدور حول الأرض الواقعة فى الوسط ، على بعد أكبر من تلك الأبعاد ولذلك تكون وراءها جميعا . ثم حدث فى سنة ١٥٥٥ أن نشر كوبرنيق كتابه العظيم (Die revolutionébus orbium Coelestium) الذى بين فيـه أن المشاهد من حركات الشمس والسيارات يصـبح أسهل كثيرا فى التفسـير إذا فرض أن الأرض سـيار كبقية السيارات لا أكثر ،

وأن جميع السيارات ومنها الأرض تدور حول شمس ثابتة فى الوسط ، وظل هذا الكلام عند أغلب المفكرين معدودا فى مرتبة أرقى قليلا من التخمين أو الرجم بالغيب الى أن ثبت صدقه بواسطة المشاهدات المرقبية التى قام بها غليليو وأتباعه . والمقطوع به الآن بغير أدنى شك أن الشمس لا الأرض هى مركز مستعمرتنا الصغيرة التى فى الفضاء، وأن الأرض كغيرها مما هو أصغر منها من أفراد المستعمرة تدور حول الشمس القائمة فى وسط المجموعة .

الفصل الثانى

سياحة تمهيدية عبر الفضاء والزمن

لانستطيع بأنفسنا أن نذهب لنكشف عما تتركب منه الشمس والقمر والنجوم لكن مراقبنا الضخمة تقرّبها إلينا على وجه ما وذلك بمثابة ذهابنا اليها، وبهذه الوسيلة يكون الفضاء كله مباحا لنا نفحصه كيف نشاء ولو الى أن تعترضنا مواد حاجبة لا تستطيع المراقب أن تنفذ الى ما وراءها . بل فى هذه الحالات أيضا تستطيع الحسابات الرياضية أن تتولى تكميل القصة السماوية لنا ، فقد تمت فى السنين الحديثة مثلا أعمال كثيرة تتعلق ببحث تركيب بواطن النجوم . فالأرصاد المرقبية والنظريات الرياضية يهيئان فيما بينهما ما هو بمثابة صاروخ(١) سحرى يحملنا الى أى مكان نشاؤه من الفضاء .

فى أعماق الفضاء

فلنستقل هذا الصاروخ السحرى ولنرْج أى إنسان أن يقذف به وبنا نحو الشمس . ولسنا نحتاج لبلوغ الشمس إلا الى البدء بسرعة تكفى لتوصيلنا الى أبعد من حدود الأرض بقليل — نحو ٧ أميال فى الثانية تكفى — وبعد ذلك يقوم جذب الشمس الهائل بالباقى من المهمة فيجرّنا الى داخل

(١) تعريب بادجر (Badger) لكلمة (rocket) استعملناها حتى نعرف خيرا منها .

الشمس سواء أردنا أم لم نرد . وإذا بلغت سرعتنا الابتدائية ٧ أميال فى الثانية فان السياحة كلها تستغرق نحو عشرة أسابيع .

وسنلحظ حتى فى الثوانى القليلة الأولى تغيرات غريبة ؛ فنظام الألوان كله يتغير بسرعة فجائية مدهشة وسرعان ما يقتم الجوّ حتى يصبح فى ظلمته كمنتصف الليل الحالك السواد، ومن بين هذه الظلمة تلمع النجوم . إنها لا تعود تتلألأ بالكيفية التى كنا نألفها على سطح الأرض وانما تستحيل أشعتها إبرا نفاذة من ضوء متصل، وفيما بين ذلك تكون الشمس قد تغيرت الى بياض صعب كبياض الفولاذ، وتصبح الظلال التى تحدثها جافة موحشة وتبدو الطبيعة كأنها قد فقدت كل لطافتها وجزءا كبيرا من جمالها، وهذا كله يحدث فى زمن مدهش فى قصره . وتفسير ذلك أننا نكون بعد ثوان قليلة قد خرجنا تماما من جوّ الأرض ولن نستطيع قبل مفارقة ذلك الجوّ أن ندرك مقدار ما كان أثره الملطف يزيد فى متعة حياتنا .

ولنقف لحظة نتأمل الأسباب العلمية لهذا : هبنا وقوفا على أى لسان[١] مبنى فى البحر فى بعض فرضه نرقب الأمواج تدرج نحو الشاطئ وترتطم بأعمدة اللسان الحديدية . اننا نجد الأمواج الكبيرة لا تكاد تأبه بالأعمدة : تنقسم يمنة ويسرة حتى اذا تخطت العمود عادت فالتحمت، كما تفعل فصيلة الجند إذا اعترضتها فى طريقها شجرة ، فكأنما الأعمدة لا وجود لها فى الطريق لكن الأمواج القصيرة والمويجات تجد أعمدة اللسان عقبة كؤودا فاذا ارتطمت

(١) (Pier) أى الممشى الطويل المقام على أعمدة داخلا الى البحر ليتنزه عليه المصطافون .

بها انعكست الى الوراء وانتشرت مويجات جديدة فى جميع الاتجاهات وقيل حسب الاصطلاح العلمى إنها "تشتتت". فالحاجز المكوّن من الأعمدة الحديدية لايكاد يؤثر فى الأمواج الطويلة أبدا لكنه يشتت المويجات القصيرة.

هذا نموذج حى للطريقة التى بها يحاول ضوء الشمس أن يشق طريقا فى جوّ الأرض، فان بيننا ونحن على سطح الأرض وبين الفضاء الخارجى عقبات لا تحصى على صورة جزيئات من الهواء وقطيرات دقيقة من الماء وجسيمات صغيرة من التراب. هذه جميعا تمثلها أعمدة اللسان.

وأمواج البحر تمثل ضوء الشمس، ونحن نعرف أن ضوء الشمس مزيج من أضواء كثيرة الألوان — كما نستطيع أن نبرهن عليه بأنفسنا اذا أمررنا الضوء من خلال منشور بل من خلال إبريق زجاجى من الماء، كما تبينه لنا الطبيعة بامرارها الضوء من خلال قطرات المطر فى همرة صيفية فتخرج لنا بذلك قوس قزح. كذلك نعلم أن الضوء يتألف من أمواج وأن الألوان المختلفة تنشأ عن أمواج مختلفة الطول فالضوء الأحمر ينشأ عن أمواج طويلة والأزرق عن أمواج قصيرة. والأمواج المختلطة المكوّنة ضوء الشمس تضطر الى مغالبة العقبات التى تصادفها فى الجو كما تضطر أمواج البحر المختلطة الى مغالبة أعمدة لسان الفرضة حتى تخطاها، وتلك العقبات تفعل فى أمواج الضوء ماتفعله الأعمدة فى أمواج البحر، فالأمواج الطويلة المكوّنة للون الأحمر لا تكاد تتأثر فى حين أن الأمواج القصيرة المكوّنة للون الأزرق تتشتت فى جميع الجهات.

إذن فالأمواج التى يتركب منها ضوء الشمس تلقى فى عبورها الجوّ حظوظا

مختلفة ، فموجة الضوء الأزرق قد تتشتت بذرّة من التراب فتُصرف عن طريقها وبعد فترة من الزمن قد تلقى ذرّة أخرى من الرماد تصرفها عن طريقها الثانى وهكذا حتى تصل فى النهاية الى أعيننا عن طريق يشبه فى تعرّجه طريق البرق الوامض . وينتج عن ذلك أن الأمواج الزرقاء من ضوء الشمس تلج أعيننا من جميع الجهات وهـذا هو سبب ما يظهر لنا من زرقة الجوّ ، لكن الأمواج الحمراء تأتى الينا مستقيمة غير حافلة بالعقبات فتدخل أعيننا مباشرة وبهذه الأشعة على الخصوص نبصر الشمس حين نبصرها . وليست هـذه الأشعة كل ضوء الشمس ، بل هى ما تخلف منه بعـد أن رشحت العقبات الجوية منه الشيء الكثير من الضوء الأزرق ، وهـذا الترشيح يجعل ضـوء الشمس طبعا أشدّ احمرارا مما كان عليه قبل دخوله الى جوّنا ، وكلما زادت العقبات التى يصادفها ضوء الشمس فى طريقه زاد مقدار الضـوء الأزرق الذى يستنزف منه وزاد تبعا لذلك منظر الشمس احمرارا ، وهذا يفسر السر فى أن الشمس تبدو محمرّة أكثر من احمرارها العادى اذا أبصرناها من خلال ضـباب أو سحابة من البخار ، وهو أيضا يفسر لمـاذا تبـدو الشمس ذات احمرار خاص عند شروقها أو عند الغروب — فضوء الشمس عندئذ لابدّ له قبل الوصول الينا من تلمس طريقه بين عدد عظيم من العقبات الجوية لأنه يأتينا فى اتجاه كبير الميل ، وهو أيضا يفسر مناظر الغروب البديعة التى كثيرا ماترى من خلال هواء المدن المشحون بالدخان والتراب — بل خير من ذلك أن نراها عقب ثوران بركان يملأ جو العالم كله بجسيمات صغيرة من التراب البركانى .

بمثل هـذه الوسائل يحلل جوّ الأرض ضوء الشمس . وضوء الشمس الحقيق عقب مغادرته الشمس وأثنـاء سريانه فى الفضاء قبل التقائه مطلقا بالأرض يكون مزيجا من جميع الألوان التى يحلله اليها جـوّ الأرض . ولكى نعيد انشاء لون ذلك الضوء الحقيق يجب أن نمزج زرقة السماء بصفرة أشعة الشمس المباشرة أو حمرتها وهـذا المزج ينتج الضوء الذى فى بياض الفولاذ والذى نراه بمجرّد خروج الصاروخ بنا من جوّ الأرض .

هذا الفعل، فعل الجوّ فى تحليل ضوء الشمس، يرجع اليه كثير من جمال الأرض : يرجع اليـه زرقة السماء فى النهار الرائع، ويرجع اليه ما تبدو فيـه الشمس حين شروقها وحين الغروب من لون برتقالى أو محمر واضح وما يكون للسحب عند الشروق والغروب أيضا من ألوان شجية، ويرجع اليه السَّـفَر[1] بدرجاته ومعانيه الغامضة، ويرجع اليه الضوء القرمزى الذى يعقب الغروب عنـد الجبال، واللون الأرجوانى الذى تبدو فيـه التلال البعيدة، والخضرة التفاحية للسماء فى المساء فى الغرب، والزرقة الشديدة للسماء فى المساء فى الشرق، بل يرجع اليه كل الآثار التى يعزوها المصوّرون الى الجوّ . كل هـذه نخلفها وراءنا اذا ما تجاوزنا جوّ الأرض ودخلنا عالمـا صعبا ينقسم الى ضوء ساطع أو ظل حاد ولا وسـط فيه بينهما . عنـدئذ نرى الشمس على حقيقتها أوّل مرة فى حياتنا، نراها كرة ساطعة من ضوء فيه زرقة، ونراها تغرب فى سماء حالكة الظلمـة كمنتصف الليـل البهيم إذ لم تعـد عرضة لجوّ الأرض يتلق

(١) بقية بياض النهار بعد مغيب الشمس (twilight) .

أشعتها فيشتتها فى كل الجهات . هذا هو الجسم الغريب المخيف الذى يسير بنا الصاروخ نحوه .

نظرة الى القمر عن قرب

إن نكن عقلاء نكن قد بدأنا تلك الرحلة الى الشمس قرب ظهور الهلال إذ عندئذ يمرّ بنا طريقنا على مقربة من القمر فنتمكن من أن ندرسه عن كثب . ويبدو سطح الأرض من تحتنا عكرا غير واضح إذ نبصره من خلال طبقة كثيفة من الهواء ومن التراب والضباب والسحب وشيء من المطر والثلج هنا وهناك . أما القمر فيبدو اذا قوبل بالأرض واضحا وضوحا غريبا ، محدّدا تحديدا ظاهرا ، والسبب فى ذلك أنه ليس له جوّ فليس يحول دون رؤياه مطر ولا ضباب ولا سحب ولا تراب .

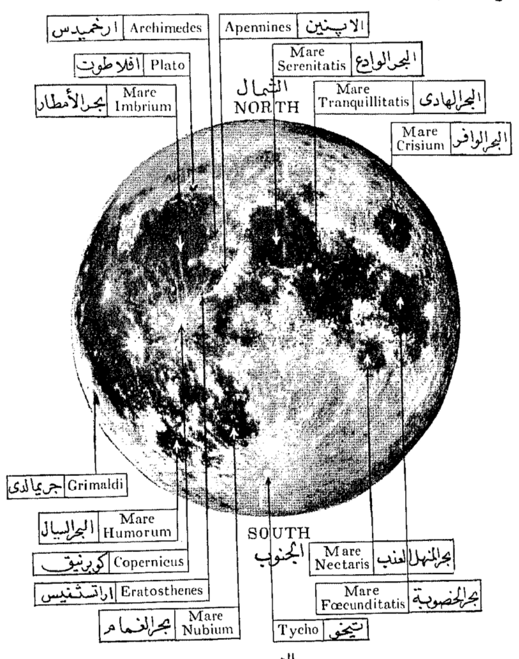
ونستطيع حتى عن بعد أن نرى أن ليس على القمر ماء ، فلو كان عليه بحار أو بحيرات أو أنهار لكنا نراها تبرق فى ضوء الشمس الضاحى ، وليس على القمر أى أثر لما يشبه أقل شبه أن يكون سطحا من الماء ، وكلما ازددنا قربا من القمر رأينا أن لا مدن ولا حقول ولا غابات وأننا انما نطل على عالم ميت .

منذ خمس وتسعين سنة ارتكبت إحدى جرائد نيويورك ما أطلق عليه فيما بعد « الفرية القمرية الكبرى » فقد نشرت سلسلة مقالات كلها مفتراة آدعت أنها وصف للقمر كما رئى فى جنوب أفريقيا من خلال مرقب جديد مارد ، فيها أتت على وصف أشجار ذات نموّ مدهش وحيوانات غريبة ورجال تطير وكلها من نوع مخالف بالمرة لكل ما عرف على سطح الأرض .

وقد زادت هذه المقالات فى مقدار انتشار تلك الجريدة الصغيرة الى درجة ادعت معها أن عدد المبيع منها يفوق كثيرا عدد المبيع من أية جريدة أخرى فى العالم وكان ذلك برهانا محسوسا على ما يستشعره الناس من اهتمام بأمر الحياة فى العوالم الأخرى .

لكن الصورة التى نبصرها من صاروخنا تختلف جدّ الاختلاف عن تلك الصورة التى رسمتها الجريدة الأمريكية فاننا نرى سطح القمر مكوّنا غالبه من صحارى واسعة منبسطة ليس فيها شىء من دلائل وجود زراعة أو حياة من أى نوع ، وقد انتشرت على الجزء الأكبر منها مرتفعات دائرية تبدو كانها حافات فوهات براكين خامدة وهو ما يرجح أن تكونه بالفعل (أنظر اللوحة ١٢) ،وكثير من هذه الفوهات هو من الكبر بحيث يتسع داخلها لأن يحتوى مقاطعة انجليزية بأسرها . فأربع منها أكبر من دِفنشير[(١)] فى حين أن أكبر الفوهات جميعا وتسمى (ماوروليكس — أو الذئب الأسود —) يمكن أن تتسع لبلاد الغال (وِيلز[(٢)]) بتمامها . ونرى مبعثرا هنا وهناك قلل جبال عظيمة مسننة وسلاسل جبال تبدو كلها مفصلة محدّدة على الصورة التى برزت فيها للوجود أوّل مرة ، فالجبال التى على أرضنا قد عريت الى حدّ ما بفعل الثلج والمطر والرياح على كر ملايين السنين وهو ما لا نرى له أثرا فى سطح القمر . وإذا قدّر للناس أن تشيع بينهم طريقة السفر بالصاروخ فستصير هذه الجبال على ما يظهر جنة المتسلقين ، فالشمس تلقى لهذه الجبال ظلالا مسننة تفىء على ماتحتها من

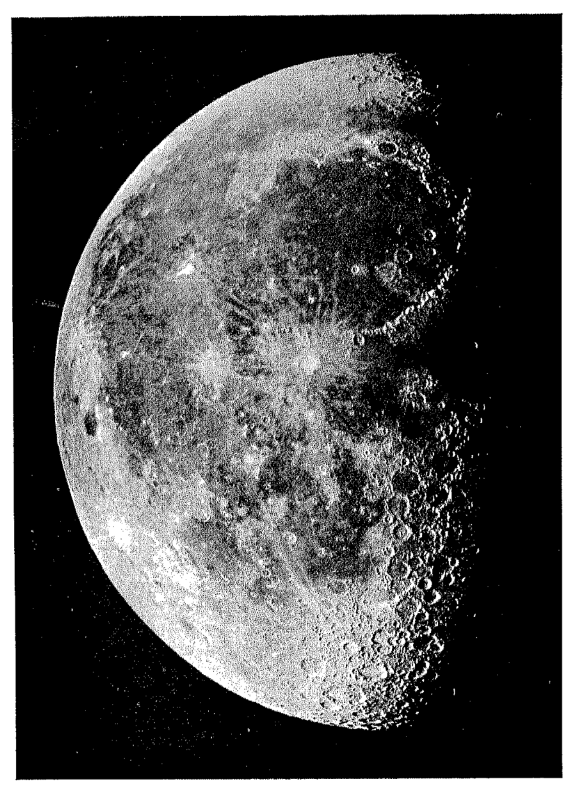
(١) قدر مديرية القليوبية تقريبا . (٢) قدر الوجه البحرى تقريبا .



القمـــر

تبين هذه اللوحة القمر الكامل كما تراه العين المجردة أو كما يرى بنظارة الميـدان (المرقب الفلكى يعكس الأجسام) . إذا نظر للصـورة على بعد ٩ ياردات فان القمر يبدو فيها بنفس الحجم الذى يبدو به القمر الحقيق فى السماء و يكون فى الإمكان التعرّف على "الرجل الذى فى القمر" و "المرأة التى تقرأ الكتاب" و "الرجل العجوز وحزمته من العصى" الخ

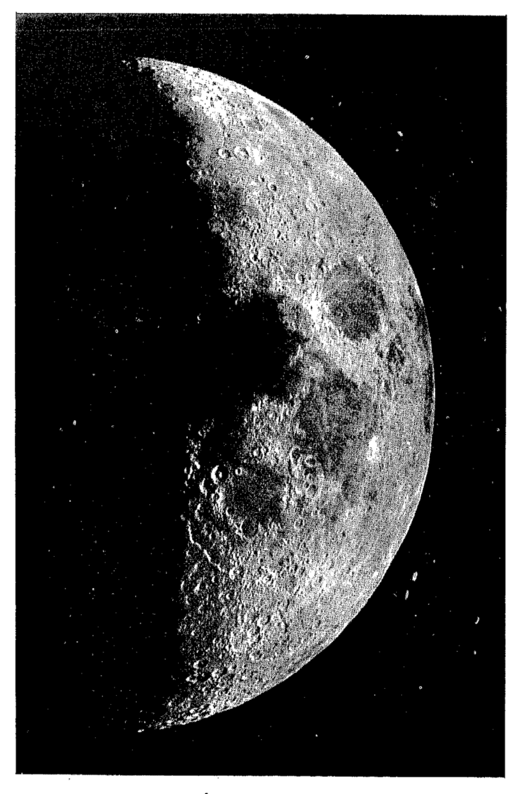
[عن مرصد باريس]



القمـــر (الربع الثالث)

عمر القمر هنا ٢١ يوما أى أن القمر الجديد بقى عليـه ٨ ½ من الأيام فالقمر يتناقص حجمه والشمس بالطبع على يسار القمر ولذا كان القمر سابقا الشمس (بنحو ٧ ساعات) عبر السماء

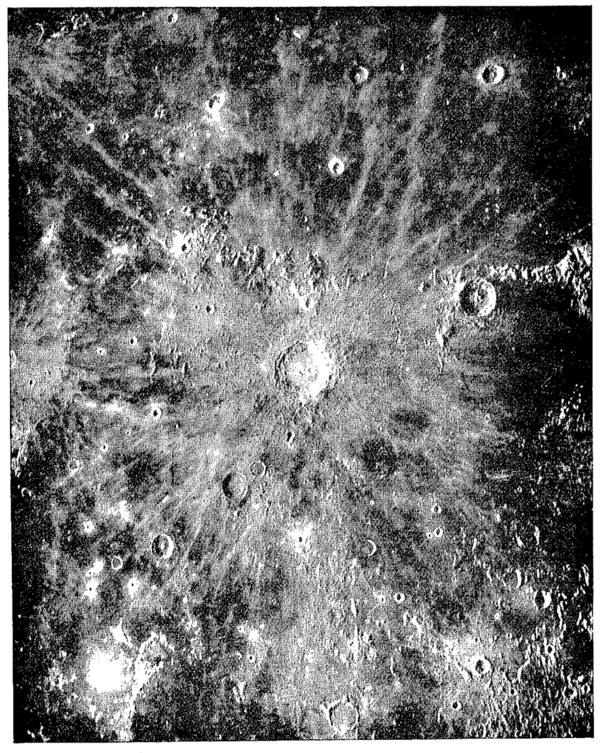
[عن مرصد باريس]



القمـــر (الربع الأوّل)

عمر القمر هنا أقل بقليل من ســتة أيام فقدره اذن فى ازدياد . والشمس الآن الى يمينــه بحيث يتبع القمر الشمس (متخلفا نحو ٥ ساعات) عبر السماء

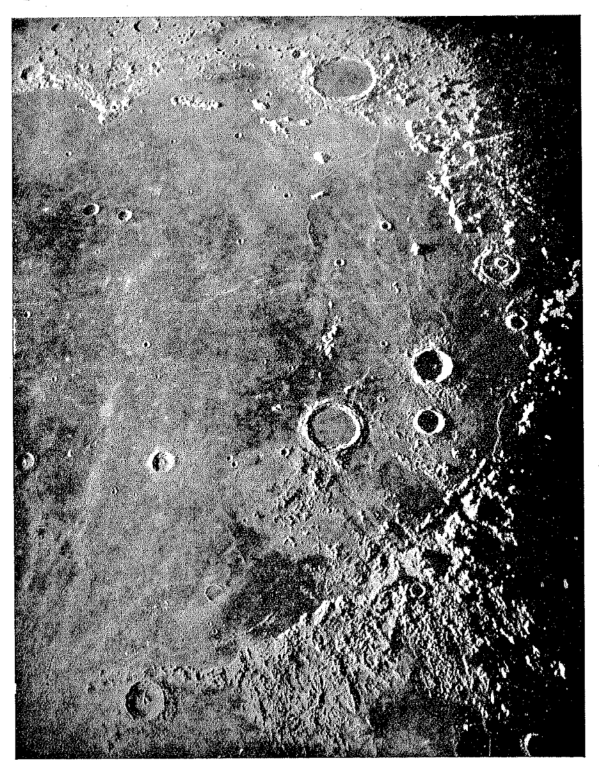
[عن مرصد جبل ولسن]



تفاصيل قمرية . المنطقة التى حول كوبرنيق (انظر لوحة ٧)

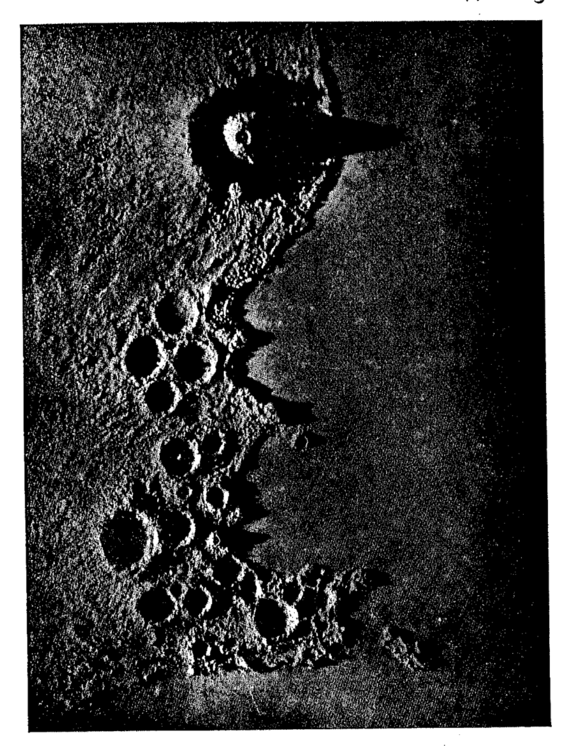
فوهة كوبرنيق التى فى وسط اللوحة قطرها ٥٠ ميلا . وأعلا منها قليلا الى اليمين فوهة ايراتسثنيس وقطـــرها ٣٥ ميـــلا

[عن مرصد جبل ولسن]



تفاصيل قمرية . بحر الأمطار (انظر لوحة ٧) والجبال المحيطة به .
الأبنين القمرية تنحنى حول الحرف الأيمن للوحة من ايراتستنيس (راجع لوحة ١٠) قرب الركن الأسفل بالجهة اليسارى ، والفوهة الكبرى قرب القمة هى أفلاطون وأسفل منها أرخميدس

لوحـــة ١٢



فوهات وتكوينات بركانية

هذه ليست مناظر قمرية لكنها البركان الأرضى ڤيزوڤيس والأراضى التى الى جنوبه مصـوّرة عن نموذج له من صنع المهندس جيمز ناسمث و يمكن مقارنتها بالمناظر القمرية المبينة فى لوحتى ١٠ و ١١

صحارى ، بل إن الانسان ليستطيع أن يرى حتى بالمرقب الصغير ما يثير عجبه من إبر وشعاف[(١)] وسلاسل مرتفعة محددة الأطراف . ويبلغ طول إحدى سلاسل الجبال القمرية وهى جبال الأبنين (ترى مائلة عبر النصف السفلى للوحة ١١) ٤٥٠ ميلا وتحوى أكثر من ٣٠٠٠ قلة وأعلاها وهو جبل هيجنز ارتفاعه ١٩٠٠٠ قدم ويزيد ارتفاع إثنين آخرين وهما جبل برادلى وجبل هادلى على ١٥٠٠٠ قدم . وفى شمال السلسلة سهل منبسط (مير إمبريم أو بحر الأمطار) تسقط الجبال نحوه من غير تدرّج تقريبا كما يسقط صف من الألهاب[(٢)] عند شاطئ بحر .

وللجبال القمرية عدا جمال مناظرها مزايا أخرى تستهوى المتسلقين فقوّة التثاقل على سطح القمر تساوى سدس مقدارها على سطح الأرض ولذا يستطيع الانسان أن يطفر عليه الى ستة أمثال العلو الذى يطفر اليه على الأرض ، كما يستطيع أن يتسلق ستة أمثال الارتفاع الذى يتسلقه على الأرض من غير أن يتعب ، وأن يسقط من ستة أمثال العلو الأرضى من غير أن يصاب بأذى ، لكن لما كان القمر ليس له جوّ وجب على المتسلقين ألا ينسوا أن يأخذوا معهم المقادير اللازمة لهم من الأكسچين .

وضعف قوّة الجاذبية على سطح القمر يفسر السبب فى أن القمر ليس له جوّ فالصاروخ الذى ركبناه لم يستطع أن يطفر بعيدا عن الأرض تماما إلا بعد أن انطلق بتلك السرعة الكبيرة : سرعة سبعة أميال فى الثانية ، ولو أننا بدأنا بأى انطلاق أقل من هذا لسقطنا ثانيا إلى الأرض كما تسقط القذيفة العادية

(١) جمع شعفه (Pinnacle) (٢) اللِّهب وجه فى الجبل كالحائط لا يُرتق (Cliff) .

الخارجة من المدفع أو كرة الكريكت إذا قذفت الى أعلى بمضرب . فجو الأرض يحتوى ملايين الملايين من جزيئات تجول فيـه منقضة بانطلاقات كبيرة — مئات الياردات بل الأميال فى الثانية — لكن انطلاقها لا يصل أبدا الى سبعة أميال فى الثانية وهو القدر الذى كان يقذف بها بعيدا عن الأرض تمـاما ولذا ترتد تلك الجزيئات الى الأرض على الدوام كما ترتد كرة الكريكت ، وتظل الأرض محتفظة بجوها .

يقابل هذا على سطح القمر أن القذيفة إنما تحتاج الى إنطلاق يبلغ $1\frac{1}{2}$ ميل فى الثانية لتفلت من نفوذ القمر وتنساب فى الفضاء، فاذا حدث مرة أن بلغ انطلاقها ذلك القدر فان جاذبية القمر تكون أضعف من أن تجذبها اليه . وإذ كان القمر يواجه الأرض دائما بوجه واحد منه و يدور حولها مرة واحدة فى الشهر نتج أنه يدور حول نفســه فى الفضاء مرة واحدة فى الشهر، ونتج أن أية منطقة من سطحه اذا وصل اليها ضوء الشمس ظلت تتلظى به أسبوعين كاملين فتسخن سخونة كبيرة حقا وتصل درجة حرارتها الى مايقرب من ٢٠٠° فرنهيتية (أى ٩٤° مئوية) أى أقل قليلا من درجة غليان المـاء . فلو كان للقمر جو وقتا ما لبلغت انطلاقات جزيئاته فى تلك الحرارة العاليـة مقدارا كبيرا تدلنا الحسابات على أنه كان يتجاوز فى كثير من الأحوال سرعة الانفلات وقدرها $1\frac{1}{2}$ من الأميال فى الثانية . هـذه هى كل القصة التى تقص علينا كيف فقد القمر جوّه .

ومع أن القمر قد يبدو أوّل وهـلة جنة للمتسلقين فالتفكير الناضج يشـير

الى أنه على رغم هذا وذاك قد لا يكون صالحا لأن يكون مكان راحة لمن يطلب الراحة أو مكان إقامة لمن يريد الاقامة . فليس على الجماعة التى تقصد الى الفسحة فيه أن تأخذ معها المقادير اللازمة من الأكسجين فحسب بل عليها أيضا أن تكون على استعداد لتحمل درجة حرارة تبلغ ٢٠٠° فرنهيتية (أى ٩٤° مئوية) فى الجانب المشمس منه بل إن درجة الحرارة قد تصل تحت أشعة الشمس المباشرة إلى نحو ٢٤٤° فرنهيتية (أى ١١٥° مئوية) فوق الصفر أى فوق درجة غليان الماء بمقدار ٣٢° (١٥° مئوية) . فاذا كان هذا أشدّ حرّا من أن يطيقوه لم يكن أمامهم إلا أن يلجأوا الى الجانب الظليل من القمر حيث يجدون الأمور أسوأ من هذا إذ تبلغ درجة الحرارة هناك نحو ٢٤٤° تحت الصفر (— ١٥٥° مئوية) — أو أن يعودوا طبعا الى ديارهم .

مم يتكوّن القمر ؟

وسطح القمر فوق هذا أبعد من أن يكون صالحا لحط الرحال ونصب الخيام فقد امتحن المسيو ليوت المودانى حديثا نور القمر العادى الذى هو بالطبع ضوء الشمس منعكسا عن سطح القمر ، امتحنه بمقارنته بضوء الشمس المنعكس عن أنواع مختلفة من التربة ومن الطين ومن الطباشير ومن الحجارة فوجد أن نور القمر يكاد يناظر تماما الضوء المنعكس من الرماد البركانى ولا يشبه بأية حال الضوء المنعكس من أية مادة أخرى من المواد التى فحصها ، وهذا يجعل من المرجح جدا أن يكون سطح القمر مكوّنا من الرماد البركانى . ولا شك فى أن هذا يتفق مع المظهر العام لمناظر القمر التى تبدو

بالضبط كأنها معرض واسع من براكين خامدة، بل إن تلك البراكين تشبه حقا البراكين الأرضية مشابهة مدهشة كما سبق أن رأينا فى لوحة ١٢ (صفحة ٣٣) التى هى صورة فتغرافية لنموذج من بركان ڤيزوف والأراضى البركانية التى فى جنوبه .

إن للرماد البركانى خاصة عجيبة هى أنه لا يكاد يوصل شيئا من الحرارة مطلقا، كالحرير الصخرى الذى يستخدم لتغطية أنابيب المياه الساخنة، فاذا كان السطح الخارجى للقمر يتكوّن حقيقة من الرماد البركانى فان الحرارة التى تصبها الشمس على الجانب المشمس منه لا تغور فيه ولذلك لا يتعرّض داخل القمر الى نفس التغيرات العنيفة فى درجة الحرارة التى يتعرّض لها سطحه . وتدل الحسابات على أن السطح الذى اكتوى بالشمس أسبوعين قد يصل الى درجة حرارة غليان الماء فى حين أن الصخر ولو على بعد نصف بوصة فقط من السطح يظل تحت درجة التجمد . فكما أن نصف بوصة من الحرير الصخرى تمنع الحرارة أن تتسرب من أنابيب المياه الساخنة فكذلك نصف بوصة من الرماد البركانى تمنع حرارة الشمس أن تنفذ الى داخل القمر . وليس هذا محض خيال بل هو على الراجح وصف لا بأس به لحقيقة الحال على سطح القمر فقد سجل فلكيان من مرصد جبل ولسن هما بتيت ونكلسن حديثا تغيرات درجة حرارة سطح القمر فى أثناء الخسوف ووجدا، وظلّ الأرض يجتاز وجه القمر ويحبس عنه بذلك ما كان يصل اليه من حرارة الشمس، أن درجة الحرارة قد نزلت بغتة من ١٩٤° الى — ١٥٢° فرنهيتية

(أو ١٨٤ درجة من الصقيع) أى أنها انخفضت ٣٤٦ درجة (١٩٢° مئوية) فى دقائق قليلة ! لقد تعوّدنا تغيرات تذكر فى درجة الحرارة على سطح الأرض إبان كسوف الشمس فإنه لا يكاد ظل القمر يقطع عنا المدد الذى كان يصل الينا من ضوء الشمس حتى نبدأ نشعر عادة ببرد شديد لكنا لا نرى على سطح الأرض أبدا شيئا يقرب من هذا الذى يحدث على سطح القمر ، والسبب فى ذلك أن الحرارة المخزونة فى تربتنا وجوّنا تحول دون تغير درجة الحرارة بغاية السرعة . والسرعة الفجائية التى يتغير بها سطح القمر من الحرارة الى البرودة تدل على أن سطح القمر ليس فيه مدّخر من الحرارة يصح أبدا أن يقارن بما فى تربة الأرض وهذا بدوره يدل على أن حرارة الشمس لا تستطيع أن تنفذ فى القمر إلا خلال طبقة رقيقة جدّا من سطحه . والسرعة التى تتغير بها درجة حرارة القمر تتفق تماما مع فرض تكوّن سطح القمر من رماد بركانى .

الزهرة وعطارد

واضح إذن أن القمر ليس مكانا صالحا لطول إقامة وخير لنا أن ندع الصاروخ يمضى بنا نحو الشمس كما كان قصدنا أوّل الأمر . وأقرب جار لنا فى الفضاء بعد القمر هو السيار، الزهرة، وإذا نحن مررنا به فى سياحتنا فما نحن برائين فيه شيئا ذا بال إذ أنه ليس إلا كرة تكاد تكون مثل الأرض فى الكبر مغلفة بالسحب تماما .

لكن السيار التالى وهو عطارد جدير أن يستوقفنا منظره . إنه أصغر

من الأرض بمراحل فان ١٦ عطاردا تلف وتجعل كوكبا واحدا لاتكاد تكوّن أرضا واحدة ، بل هو ليس أكبر كثيرا من القمر . وهو كالقمر لاجوّ له لنفس السبب الذى جعل القمر كذلك ، أى قصور قوة جاذبيته عن أن تحتفظ بجو له ، وإذن فينبغى أن تظهر مناظره واضحة . وهو يشبه القمر أيضا من جهة أخرى فالقمر واقع فى قبضة من جذب الأرض لا يستطيع لشدّتها أن يدور فيها ولذا فهو يواجه الأرض بوجه منه واحد على الدوام ، وعطارد حاله شبيه بهـذا فهو واقع فى قبضـة من جذب الشمس ترغمـه بقوتها على أن يواجه الشمس بوجه منه واحد على الدوام . وقد رأينا كيف أن وجه القمر يسخن جدّا بعد أن يكتوى بحرّ الشمس أسبوعين متتابعين فى المرّة الواحدة . أما النصف الذى يواجه الشمس من كرة عطارد فهو أسوأ حالا فى هذا لأنه يتلظى الى الأبد بأشـعة الشمس التى هى أقرب كثيرا اليـه ولذا فلا بدّ أن يكون ساخنا الى درجة مخيفة . و إذا كان فيـه أنهار فلا بدّ وأن تكون أنهارا من رصاص منصهر أو مادة شبيهة به ، لأن الحرارة فيـه هى بحيث لا تدع سائلا من السوائل العادية إلا وتجففه غليانا . ولا تزال هناك ناحية أخرى يشبه عطارد فيها القمر فان الضوء المنعكس من سطحه لا يناظره إلا الضوء المنعكس من الرماد البركانى و إذن فمن المحتمل القريب أن يكون سطح عطارد كسطح القمر مكوّنا من هذه المـادة كما أن من المحتمل جدّا أن يكون ما تقع العين عليه منـه مكوّنا أيضا من براكين خامدة و إن كان صاروخنا لا يقرّبنا منه قربا يمكننا من التحقق من صحة ذلك أو عدم صحته .

خارج الشمس

نحن الآن قد تقدمنا كثيرا فى سياحتنا نحو الشمس فهى تبدو لنا حتى عند مرورنا بعطارد أكبر سبع مرات مما كانت عليه عند ما غادرنا الأرض، وكلما ازددنا قربا منها وأخذت تملأ أمامنا الجزء الأكبر من السماء أخذنا نتبين منظر سطحها جليا . حقا إن الشمس ليست عالما ميتا كالقمر وعطارد بل بالعكس لانرى عليها شيئا ساكنا . كل شيء فى حركة عنيفة، والسطح كله هائج يغلى و يتفجر بطرق شتى، وفى وسعنا أن نفهم لماذا كان من المحتم أن تكون حال الشمس هكذا . إن جوف الشمس عبارة عن مركز هائل من مراكز توليد القوة لا ينقطع له عمل، والطاقة التى تتولد وتنساب فى داخلها تجعلها ساخنة الى حدّ مريع، ونتيجة ذلك أن يندفع نحو سطحها تيار عظيم من الحرارة اذا بلغ السطح إنصب الى الفضاء شعاعا[1] . إن ما يصل من الطاقة الى كل بوصة مربعة فى سطح الشمس يعادل قوة ٥٠ حصانا ولا بدّ لتلك البوصة المربعة من التخلص من هذه الطاقة بأية طريقة ولا يتسنى لها ذلك والسطح هادئ ساكن ولذا نلقى السطح يغلى فى كل مكان — كأنّ الطبقات العليا تتقلب لتعرّض أشدّ جنباتها حرارة الى الفضاء حتى تيسر للشعاع المحبوس أن ينساب منها بسرعة أكبر (أنظر لوحة ١٣ المقابلة لصفحة ٤٠) .

بل إن هذا غير كاف لتصريف تلك الطاقة إذ نرى هنا وهناك نافورات ضخمة من اللهب — تسمى « نتوءات » — تندلع الى علوّ مئات من آلاف الأميال فوق سطح الشمس . كأن هذا السطح لما لم يستطع التخلص من

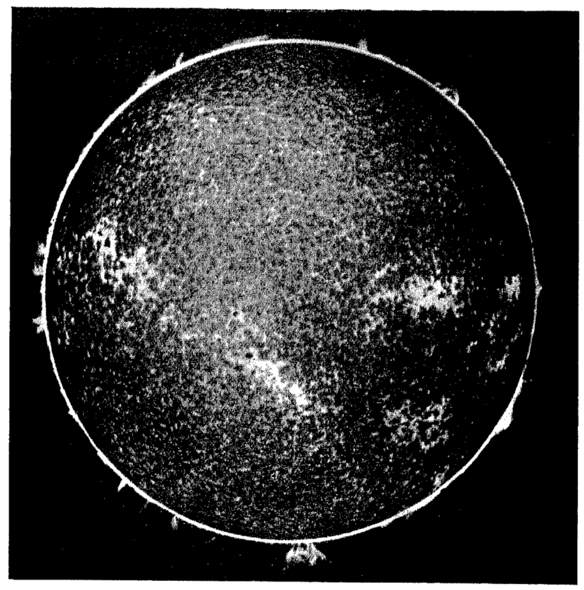
(١) Radiation أشعت الشمس اشعاعا فانساب منها الشعاع .

الطاقة بالسرعة التى كانت تصل بها اليه من داخل الشمس استعان على ذلك بوسائل إضافية عظيمة استحدثها ، من نافورات وشلالات وقبوات من اللهب تكون عادة قرمزية اللون وكثيرا ما تتشكل بصور غريبة . إن بعضها يظل ساكنا تقريبا كما لو كانت له جذور راسخة فى جسم الشمس لكن البعض ينمو ويتفرع الى أعلى بانطلاقات تبلغ آلافا من الأميال فى الدقيقة والبعض الآخر يقفز ويبتعد بالفعل عن سطح الشمس الى ارتفاعات تبلغ مئات الآلاف من الأميال مغيرا شكله على الدوام (أنظر لوحة ١٤) فقد يبدأ نتوءا مصعدا على شكل عش غراب ضخم أحمر ثم يهوى على هيئة شجرة المانجو أو على صورة كلب قرمزى ضارٍ أو حيوان أغرب من ذلك من حيوانات قبل الطوفان . وترى فى لوحة ١٥ نتوءا صور عند كسوف سنة ١٩١٩ بدا للعالم كله على صورة آكلٍ ضخم من أكلة النمل يبلغ البعد بين خرطومه وذيله ٣٥٠٠٠٠ ميل وهو حجم لو تيسر لحيوان لاستطاع أن يبتلع الأرض كلها كما تُبتلع الحبة . وبعد أن أخذت تلك الصورة الفتغرافية رفع ذلك المخلوق خرطومه وذيله على سطح الشمس ثم زاد فى عدد أرجله وأخذ يقفز إلى أعلى فوصل الى علو ٤٧٥٠٠٠ ميل وعندئذ حال غروب الشمس دون الاستمرار فى مراقبة ما كان بعد ذلك من غريب أحواله .

وليست هذه المنشآت العجيبة من اللهب القرمزى بالمنظر الوحيد الذى يرى على سطح الشمس بل إنا نبصر هنا وهناك بجوات مظلمة هائلة فاغرة يقرب شكلها من شكل فوهات البراكين الثائرة تقذف بالنار وبالمادة

لوحـــة ١٣

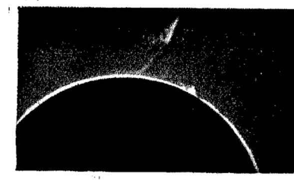
[عن ف . إفرشد بكودايكنال]



الشمس مصوّرة فى ضوء الكالسيوم

تبين الطفوح (النتوءات) والأهداب . أنظر أيضا لوحة ١٧ (المقابلة لصفحة ٤٠).

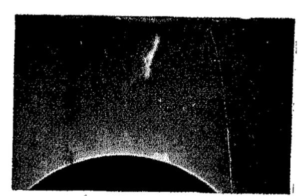
[عن ف . إفرشِد بكودا يكنال]



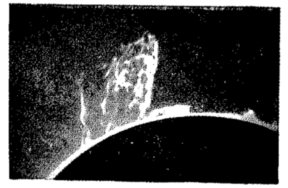
٧ ساعات و ٥٢ دقيقة



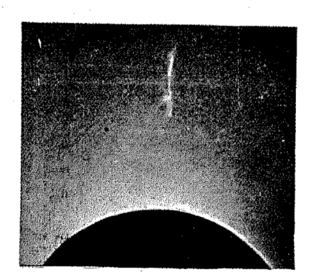
٨ ساعات و ٦ دقائق



٨ ساعات و ٤٥ دقيقة



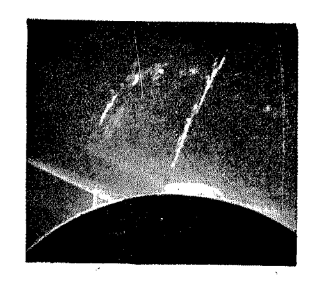
٨ ساعات و ٣٦ دقيقة



٩ ساعات و ٣ دقائق

ثلاث مراحل لنتوء رصـــد

فى ١٩ نوفمبر سنة ١٩٢٨



٨ ساعات و ٥٧ دقيقة

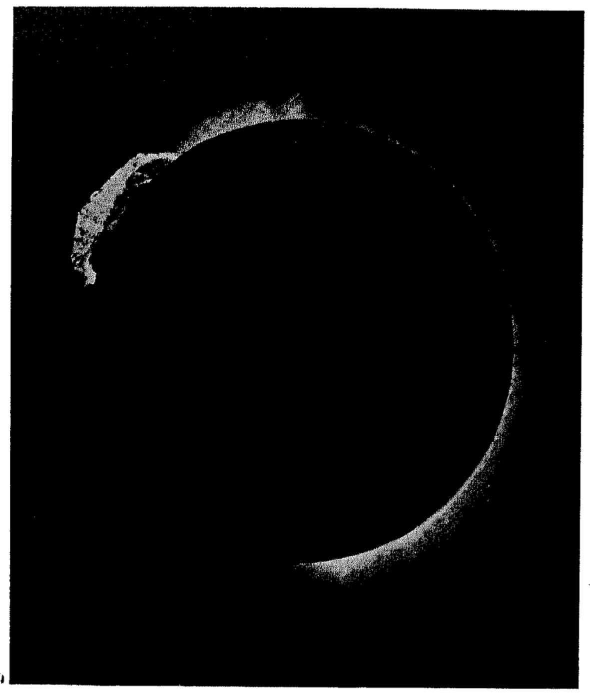
ثلاث مراحل لنتــوء رصـــد

فى ٢٥ مايو سنة ١٩١٦

نتوءات شمسية من النوع القافز

النتوء المبين فى الثلاث الصور اليمنى قفز الى علو ٥٦٧٠٠٠ ميل فوق سطح الشمس

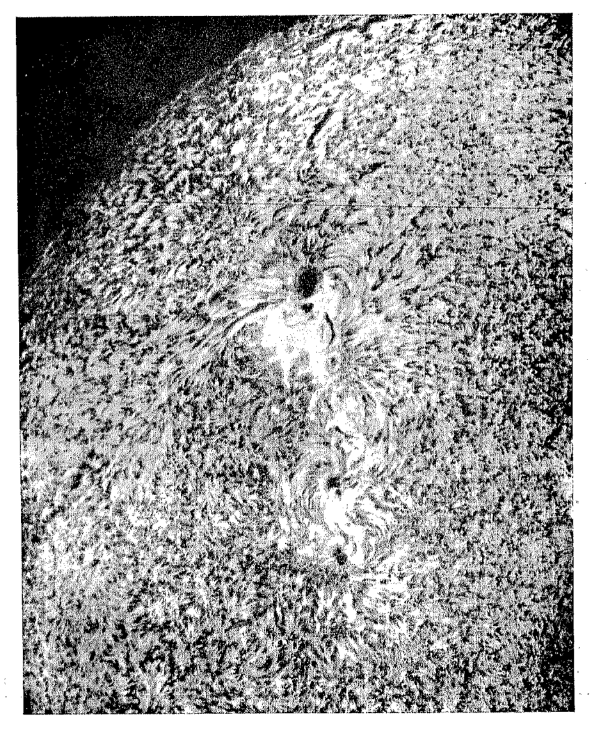
[عن مرصد جرينتش]



نتوء آكل النمـــل (٢٩ مايو ســـنة ١٩١٩)

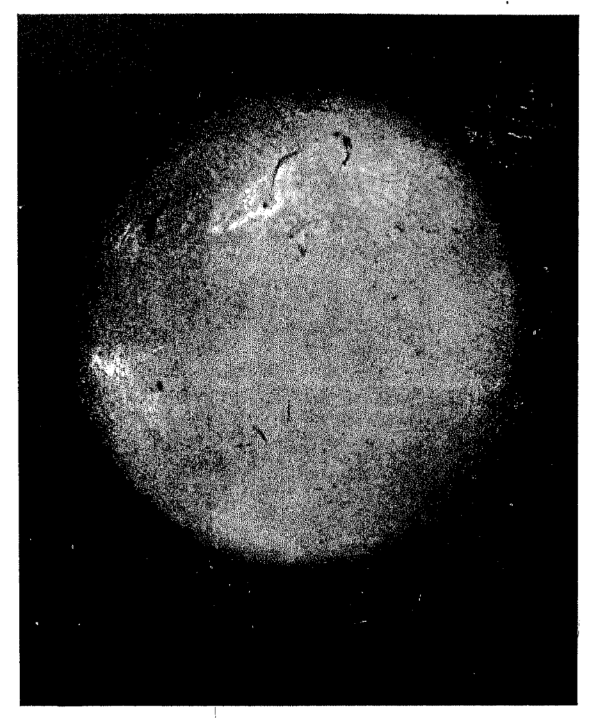
كان كل طول هذا النتوء نحو ٣٥٠٠٠٠ ميل

لوحـــة ١٦ [عن مرصد جبل ولسن]



جزء صغير من سطح الشمس مصوّر فى ضوء الإيدروچين
تبين تفاصيل مجموعة من أربع كلف شمسية والتكوين العاصفى للأهداب المحيطة بها

لوحـــة ١٧ [عن ف . إفَرْشِدْ بكودا يكَال]



الشمس مصوّرة فى ضوء الإيدروچين

تبين كلفا شمسـية وأيضا فتائل لامعـة من غاز الايدروجين



الكتالوج العام الجديد
N. G. C. 5278-9



الكتالوج العام الجديد N. G. C. 4656-7

الفعـــل المَـــدِّى

هاتان الصورتان وإن لم يعرف تأويلهما على وجه التحقيق قد يفيدان فى توضيح كيف يمكن أن ينتزع فتيل من كتلة غازية بالفعل المدى لجرم ثان

من داخل الشمس (أنظر لوحات ١٦ و١٧ و ١٩) . ونحن نسميها على الأرض كلف الشمس لكننا وقد صرنا قريبين منها ندرك أنها مهما كانت فهى ليست كلفا فكثير منها يبلغ من الكبر بحيث يمكن أن تسقط الأرض كلها فيه كما تسقط البيضة فى فتحة فى الجليد أو شق فى الأرض .

الآن تكاد الشمس تملأ السماء كلها أمامنا فنراها قرصا وهاجا من النار يقترب منا باستمرار ونشعر بأن صاروخنا لابد أن سيصطدم قريبا فنعدّ أنفسنا لمقاومة الصدمة، ولم تعد الأقواس المعقودة والنافورات حولنا فحسب بل نراها فوقنا أيضا إذ قد أصبحنا الآن داخل جوّ الشمس النارى بحيث نجد الضوء يسطع حولنا من جميع الجهات . ولو أخذنا عينة من هذا الجو فى الصاروخ وحللناها لوجدناها تختلف جدّ الاختلاف فى تركيبها عن جوّ الأرض . صحيح انها تحتوى نفس الغازات الخفيفة الموجودة فى جوّ الأرض لكنها أيضا تحتوى مواد فلزية ثقيلة كالبلاتين والفضة والرصاص بل تحتوى فى الواقع معظم المواد التى عندنا فى الأرض إن لم يكن كلها وجميع هذه المواد موجودة فى جوّ الشمس وجميعها موجود على صورة أبخرة لأن الحرارة فى جو الشمس من الشدّة بحيث لا يتسنى لأى مادة منها أن تظل فى حالة الجمودة[1] أو السيولة . كل هذا كنا نعرفه قبل أن نغادر الأرض لأن الآلة المعروفة بمبين الأطياف أو الاسبكتروسكوب تحلل ضوء الشمس وتنبئنا عن أنواع الذرّات التى يصدر ضوء الشمس عنها .

---

(١) (Solidity) أما الصلابة فقد فضلنا استخدامها لترجمة (hardness) .

داخل الشمس

نظل ننتظر الحطمة و يطول انتظارنا دون أن تحدث . ولا بد أن نكون قد سافرنا مئات وآلافا بل وعشرات الآلاف من الأميال داخل الشمس ولما نلتق بسطح صلب ، و بالتدريج ندرك ما حدث : لقد أصبحنا على غور بعيد فى الشمس ومع ذلك لا نجد شيئا سوى غاز واذا كان الجو الخارجى للشمس لا توجد فيـه أية مادة فى حالة الجمودة أو السيولة فمن باب أولى يكون كل شىء متبخرا فى داخلهـا حيث الحرارة أشـدّ منها فى الجوّ الخارجى . اننا نجد على الأرض والقمر بل وعلى كل السـيارات على الراجح انتقالا واضحا من الجو الى المـادة الجامدة ، لكن انتقالا بخائيا كهذا لا يمكن أن يوجد على الشمس أو على النجوم بوجه عام ، فالجو فى النجم يتدخل بالتدريج فى مادة النجم نفسها لأن النجم وجوّه مصنوعان من مادة واحدة . فالانتقال يتم تدريجا من مادة الجو إلى المـادة الأساسية للنجم نفسه لأن تكوينهما واحد . أما وليس هنالك حاجز جامد يحول دون تقدّم صاروخنا فستحملنا كمية تحرّكه إلى مركز الشمس رأسا .

وكان الترمومتر حتى أثناء اجتيازنا سطح الشمس ومناظره الغريبة ، من نافورات اللهب وأقواسه المعقودة ومن الانتفاخات الملتوية النارية ، واقفا على نحو سبعة آلاف أو ثمانية آلاف من الدرجات ، فلما صرنا داخل جو الشمس تماما وصل الترمومتر الى تسعة آلاف أو عشرة آلاف (فرنهيتية) ومن هنا لمحنا الأرض آخر مرة من خلال برقع النار الذى كان مسرعا فى اكتنافنا فلما اندفعنا

فى داخل الشمس وأحاط بنا ضوءها النارى إحاطة تامة من جميع الجهات أخذ الترمومتر الذى معنا يرتفع بسرعة عظيمة وسرعان ما وصل الى ملايين من الدرجات ، والآن وقد صرنا على مقربة من مركز الشمس فإنه يسجل ما يقرب من ٤٠ مليون درجة . ولن يكون من السهل علينا اذا ما عدنا الى الأرض أن نتخيل شيئا من مدلول مثل هذه الدرجات من الحرارة ، لكن لعل فى ذكر حقيقة واحدة ملموسة ما يساعدنا فى هذا التخيل . إننا اذا استطعنا أن ناخذ من جيبنا قطعة من ذات الخمسة القروش ونسخنها الى درجة حرارة مركز الشمس فان حرارتها تكون كافية لأن تجعل كل كائن حى على بعد آلاف من الأميال منها يضمر ويذبل .

واذا أمكن أن يكون هناك ما هو أشد غرابة من درجات الحرارة خارج صاروخنا كان ذلك هو الضغوط المحيطة به من الخارج . فالضغط فوق سطح الأرض يبلغ نحو ١٥ رطلا على البوصة المربعة الواحدة ، وهذا هو القدر اللازم لحمل ثقل الجو ومن ثم نسميه ضغطا جويا . والضغط فى داخل مرجل قاطرة الاكسبريس البخارية الحديثة يبلغ نحو ٢٠ ضغطا جويا ، لكن الضغط عند مركز الشمس قدر الضغط الجوى ٤٠ ألف مليون مرة . فبينما يُحدث وزن جو الأرض ضغطا جويا واحدا عند سطح الأرض يحدث وزن الشمس كلها — الذى هو أكبر من هذا بكثير — ضغطا عند مركز الشمس قدره ٤٠ ألف مليون ضغط جوى .

إن تسخين أية مادة من المواد يمددها عادة بينما تعريضها لضغط عال

يقلصها . فالمادة التى عند مركز الشمس تريد أن تتمدّد لتسخينها — الى نحو ٤٠ مليون درجة فرنهيتية — وتريد كذلك أن تتقاص لتعرّضها لضغط — يبلغ نحو ٤٠ ألف مليون جو . وينتهى النزاع بين هذين العاملين المتضادين بفوز الضغط و إن كان فوزا ضئيلا . فمادة مركز الشمس لا تنضغط انضغاطا عظيما — لأن الحرارة العالية تحول دون ذلك — لكنها مع ذلك منضغطة أكثر من أى شىء نعرفه على الأرض كما سنرى بعد لحظة .

حتى الذرات تتحطم

قد رأينا كيف أن ما يبلغ حتى الآلاف القليلة من درجات الحرارة يكفى لاحالة كل المواد العادية الى بخار ، وليس أثر ذلك مقصورا على صهر الجمد (ice) الى الماء أو تحويل الماء الى بخار وانما يتعدّاه الى فك مفاصل جزيئات البخار الصغيرة المنفصلة فتُحلل الواحدةَ منها الى الذرات الثلاث المكوّنة لها : اثنتين من الإيدروچين وواحدة من الأكسچين . كل ذلك كنا نعرفه قبل أن نبدأ سياحتنا لأن مبينات الأطياف لدينا كانت أنبأتنا بأن كل ضوء الشمس والنجوم تقريبا منبعث من جزيئات قد انحلت الى الذرات المكوّنة لها . ولا نجد إلا فى عدد قليل من أبرد النجوم عددا قليلا من جزيئات غير منحلة ، وتلك الجزيئات من أنواع ممتازة بشدّة تماسكها .

إن مبينات الأطياف ترينا فى أجواء النجوم الأكثر حرارة أنه حتى الذرات نفسها أخذت تنحل بفعل الحرارة الشديدة . إن كل ذرة لها عند مركزها جسيم عظيم الأهمية عظيم الكتلة يعرف بالنواة ، وقد نظم حوله عدد من

الجسيمات أقل أهميـة وأقل كتلة تعرف بالكهارب (أو الالكترونات) . وكل الكهارب متشابهة تمـام التشابه ولذا يمكن استبدال بعضها ببعض لكن النويات ليست بالمتشابهة ولا بالممكن استبدال بعضها مكان بعض . فنواة ذرة الايدروجين تختلف من جميـع الوجوه عن نواة ذرة الأكسجين وهـذا الفـرق بين النواتين هو الذى يسبب فى الواقع كل ما بين الايدروجين والأكسجين من فروق .

هذا اذن هو كل ما تتركب منه الذرة — نواة واحدة وعدة كهارب . وجميع هذه الجسيمات الدقيقة مشحونة بالكهرباء بحيث أن كل نواة تجذب كهاربها حولها ، فتمسك الاثنين الأقرب اليها بقبضة قوية جدّا وتمسك عددا آخر أقل قربا ، يبلغ فى الغالب ثمانية ، بقبضة أقل قوة ، وتمسك بقية الكهارب التى هى أبعـد عنها وأقرب الى خارج الذرة بقبضة أكثر ضعفا . بل الواقع إن أقرب الكهارب الى الخارج ممسوك مسكا هو من الضعف بحيث أن الحرارة الضئيلة للهب الشمعة أو نار الفحم تستطيع أن تطلق سراح بعضه ولذا يجب أن نتوقع انفلات عدد من الكهارب بفعل الحرارة الأشدّ : حرارة أجواء الشمس والنجوم . إن ذرة الأكسجين الكاملة تحتوى نواة حولهـا ثمـان من الكهارب وتدل مبينات الأطياف على أن كثيرا من ذرات الأكسجين فى أجواء أحرّ النجوم قاطبة قد فقدت بالفعل اثنين من كهاربها بل ثلاثة فى بعض الحالات . ولا تستطيع مبينات الأطياف أن تنفـذ الى بواطن النجوم وهى أشدّ حرا من ظاهرها ، لكنا نستطيع أن نؤكد أن ذرّة

الأكسچين هناك تكون قد فقدت أكثر من اثنين أو ثلاثة من كهاربها الثمانيـة . فاذا ما اقتربنا من مركز الشمس حيث تبلغ الحرارة عدة ملايين من الدرجات فلا بد أن تكون ذرات الأكسچين قد انحلت تماما . فنحن نعرف قوّة القبضـة التى بها تمسك نواة الأكسچين أقرب كهاربها اليها وهذه القوّة ليست بكافية لمقاومة الحرارة المريعة التى فى مركز الشمس. وإذا دققنا التعبير قلنا انه لا وجود لذرات أكسچين عنـد مركز الشمس وإنما هناك مجموعة متنوّعة من نويات وكهارب مندفعة فى مختلف الجهات بلا نظام البتة .

وهناك أنواع أخرى من الذرات أكبر كتلة من الأكسجين فيها تمسك النواة الكهارب الأقرب اليها بقبضـة هى من القوّة بحيث أن درجة حرارة ٤٠ مليون لاتكفى لتفكيكها . فاذا كانت هذه الذرات عند مركز الشمس فان بعض نوياتها لا بد أن يكون لا يزال ممسكا بأقرب كهربين اليه، مكوّنا نوعا من ذرة مصغرة جدا . وتتكون مادة مركز الشمس من مجاميع لاحصر لها من هـذه الذرات المصغرة ، وفى وسطها وبين ثناياها يطير فى غير انتظام ما هو أصغر منها من الكهارب المنفصلة ومن أجزاء الذرات الأخرى المنحلة تمام الانحلال .

كل هذه الأشياء متحركة بانطلاقات عالية مخيفة ناشئة على الأخص من الحرارة العظيمة . ولو أتيح لنا أن نقيس انطلاقات الكهارب المنحلة وهى تمرّ بنوافذ صاروخنا مرور البرق لوجدنا أنها فى المتوسـط تبلغ ٣٠ ألف ميل

فى الثانية — أى قدر سرعة رصاصة البندقية العادية ١٠٠ ألف مرة . ونستطيع أن نرى بوضوح كاف أن أجزاء الذرات المنحلة لا يمكن أن تعود فتتألف الى ذرات كاملة وهى تُرجم باستمرار بقذائف تتحرك بسرع كهذه .

رحلة فى الزمن

وقبل أن نتجه بصاروخنا راجعين الى الأرض فلنكلفه خدمة واحدة أخرى فى طوقه تماما أن يؤدّيها لنا : هى أن يرجع بنا الى الوراء فى الزمن .

لنرجع الى الوراء فى الزمن ٣٠٠٠ مليون سنة ثم لنسبح فى الفضاء على مقربة من الشمس ولنرقب السنين تمر بنا تباعا . إن السنين فى ذلك الوقت لم تكن موجودة على التدقيق لأن السنة هى الزمن الذى تستغرقه الأرض لاتمام دورة كاملة حول الشمس ، ولا أرض هناك فى الوقت الذى قد صرنا اليه ، فلقد عدنا الى الوراء لا إلى ما قبل حلول الانسان فى الأرض فحسب ولكن الى ما قبل وجود أى أرض يصح أن يطأها الانسان .

ومع ذلك فاننا نلاحظ أن الشمس فى رأى العين لا تكاد تختلف عما هى عليه فى هذه الأيام فهى أكبر بقليل جدا مما هى اليوم وأكثر قليلا فى الانارة وأشد قليلا فى الحرارة ، لأن الثلاثة الآلاف من ملايين السنين التى رجعناها الى الوراء فى الزمن ليست إلا يوما فى حياة الشمس لم يكد يبدو للعمر أثر فيها خلال تلك الفترة .

لكنا من ناحية أخرى لانكاد نعرف السماء اذا نظرنا اليها بأعين سنة ١٩٣١ ميلادية . إن النجوم لا تقطع مسافة طويلة فى فترة حياة واحد من الناس لكنها

تقطع فى ٣٠٠٠ مليون سنة مسافة هى من الطول بحيث لا نستطيع معها أن نتعرف على أية علامة من العلامات المألوفة أو أية كوكبة من الكوكبات . فالسماء تبدو غريبة عنا كما تبدو السماء الآن فى الجنوب لسائح وقد أتى من الشمال .

فكلما كرت السنون أمامنا آلافا بعد آلاف وملايين بعد ملايين تغير مظهر السماء باطراد : تُغير الكوكبات أشكالها وتغير النجوم لمعانها كلما اقتربت أو ابتعدت ، فالنجم الذى كان فى حقبة من الدهر ألمع نجوم السماء يبعد حتى يصير ضعيف الضوء ثم يختفى فى النهاية عن الأنظار ، ونلاحظ عندئذ أنه لا يكاد يوجد فى السماء كلها نجم له من اللمعان ما للشعرى اليمانية اليوم فنبدأ ندرك أن الشعرى تجمع لنا بين القرب و بين اللمعان الذاتى وهو جمع نادر الوجود ومع ذلك فقد غلبت الشعرى اليمانية على أمرها فى اللمعان مرة على الأقل .

مولد عالمنا

و بينا نحن نجول قريبا من الشمس نرقب منظر السماء المتغير فى فترة ما بين ألفى مليون سنة وثلاثة آلاف مليون سنة مضت إذا بنا نلاحظ نجما يزداد لمعانه بالتدريج حتى يبز جميع النجوم الأخرى فى الإشراق ويبدو فى النهاية ألمع من الشعرى الى غير حد . ولمعانه راجع الى شدّة قربه أكثر من رجوعه الى شدّة بريقه الذاتى فانه فى الواقع قد أصبح من الشمس على قرب خارق للعادة وهو يهوى نحو الشمس فى خط يكاد يكون مستقيما ثم هو لم يعد يبدو مجرّد نقطة ضوئية فاننا نراه قرصا كبيرا ، وقد أصبح الآن من القرب بحيث أخذت آثاره الميكانيكية تبدأ فى الظهور . فكما أن القمر بقربه من

الأرض يحــدث مدّا وجزرا فى محيطاتنا كذلك هــذا الجسم الذى هو أعظم كثيرا من القمر يحدث وقد اقترب من الشمس مدّا وجزرا فى جوّها النارى ولمـا كانت كتلته أكبر كثيرا من كتلة القمر كان المدّ الذى يحــدثه أعظم الى غير حدّ من الذى يحدثه القمر فى الأرض . وتزداد هذه المدود فى الكبر حتى يكوّن جو الشمس تحت النجم مباشرة جبلا ضخما يبلغ ارتفاعه آلافا كثيرة من الأميال ، وهذا الجبل يتنقل على سطح الشمس تبعا لتحرّك النجم الذى سببه بحيث يظل تحته دائمـا وهو سائر فى طريقه فى الفضاء . وعند النقطة المقابلة لهذا الجبل فى الناحية الأخرى من سطح الشمس يظهر جبل آخر أصغر من هذا و يظل دائما مقابلا للجبل الأصلى وكلما اقترب النجم استمرّ ذانك الجبلان المدّيان يزدادان ارتفاعا حتى اذا صار النجم الآخر فى النهاية قريبا من الشمس قربا يملأ معــه جزءا كبيرا من السماء دخلت فى الحســاب ظاهرة جديدة : ذلك أن قوّة جذب النجم كانت الى الآن تجذب قمة الجبل الأكبر فى اتجاه مضاد لقوّة جذب الشمس وكانت هذه دائمـا هى المتغلبة أما الآن فقد صار النجم الثـانى من القرب بحيث ترجح كفته بغأة و يتغلب على الشمس فى الجذب فتنفصل قمة الجبل مارقة نحوه . ولمـا كان انفصالها يخفف الضغط عن أجزاء الجبل السفلية فان هــذه أيضا تمرق الى أعلى ثم تتبعها فى المروق الأجزاء التى تحتها وهكذا ، وبذلك يمــرق نحو النجم الثانى سيل من المــادة منبعث من الشمس واذا استمرّ هذا النجم يقترب من الشمس فسيبلغه طرف هذه النافورة من المــادة فى الوقت المناسب ، وستصل مادتهـا بين النجمين كما يصــل قضيب بين كرتين من الحديد (أنظر اللوحة ١٨) .

لكن النجم الآخر ليس فى الواقع متجها صوب الشمس مباشرة لأنه بعد أن يصير قريبا منها جدّا يمر فى طريقه فى آخر الأمر دون أن يصطدم بها بالفعل وكلما ابتعـد عنها نقصت قوة جذبه المدّى وبطل انتزاعها مادة الشمس من الشمس . أما النافورة التى كانت قد انفصلت من الشمس فهى الآن فتيـل طويل من غاز ساخن رقيق معلق فى الفضاء شكله قريب من شكل السيجار مدبب عند نهايتيه وأبعد نقطه الآن عن الشمس كانت فى الأصل قمة الجبل المدّى . أما وسط السيجار السميك فيتكوّن من المـادة التى خرجت بغزارة لمـا كان النجم فى أقرب أوضاعه من الشمس وكان جذبه المدى أقوى ما يكون . وأما الطرف المدبب الأقرب الى الشمس فيتكوّن من رذاذ المـادة الرقيق الذى كان آخر شيء غادر الشمس قبيل أن يصير الجذب المدى للنجم أضعف من أن ينزع منها شيئا آخر من مادتها .

هذا الفتيل من الرشاش النـارى الذى على شكل السيجار يبرد بالتدريج حتى ونحن نرقبـه وفى أثناء ذلك يتكاثف نقطا متفرقة منفصلة كما تتكاثف سحابة من البخار نقطا من المـاء . على أن هذه النقط كالفتيل نفسه منشآت هائلة أحجامها ذات أبعاد فلكية ومن الطبيعى أن تكون أكبر ما يكون قرب وسط السيجار الغليظ حيث كانت مادة الفتيل أكثر تراكما ، وأن تكون أصغر ما يكون عند الطرفين .

وفى النهاية تبدأ هذه النقط المـادية المفصولة تتحرك فى الفضاء أجساما منفصلة وهى لا تسقط ثانيـا فى الشمس لأن جذب النجم الآخر الذى نراه

الآن من بعيد يبتعد قد ولد فيها الحركة . واذا لم يصادف أن تكون حركتها هذه نحو الشمس مباشرة فانها لن تسقط فى الشمس و إنما تسير فى أفلاك حولها ، وهذه نتيجة مباشرة لقانون الجاذبية الذى كان منذ آلاف الملايين من السنين كما هو الآن . وقد يكون بعض هذه الأفلاك دائريا تقريبا فى حين أن البعض الآخر كبير الاستطالة . و بينما نحن نرقب الأفلاك ملايين بعد ملايين من السنين نراها تغير أشكالها بالتدريج بغاية البطء ، ذلك لأن نقط المادة المتكاثفة ليست تتحرك فى مسارات سهلة لا عقبة فيها إذ الكارثة الهائلة التى شاهدناها قد تركت الفضاء مفعما ببقاياها ، وعلى النقط الكبيرة أن تشق طريقها فيه . وفيما هى تفعل ذلك تتغير أشكال أفلاكها بالتدريج حتى تصبح فى النهاية بعد آلاف الملايين من السنين متحرّكة حول الشمس فى أفلاك تكاد تكون دائرية كما هو حال السيارات فى يومنا هذا ، وما تلك الأجسام فى الحقيقة إلا السيارات نفسها . والمنظر الحافل الذى شاهدناه من صاروخنا الخيالى هو منظر لا بدّ فى الطبيعة من حدوثه حتما كلما اقترب نجم من نجم قربا كافيا . والنهاية التى يستقرّ عليها الأمر تشبه النظام الشمسى لدرجة هى من الدقة بحيث تبرر بحق فرضنا أن هذا فى الواقع هو الكيفية التى جاءت السيارات بها الى حيز الوجود . فبقدر ما نستطيع أن نحكم من نظام السيارات وحركاتها يظهر راجحا جدّا أنها قد انفصلت من سطح الشمس بقوة الجذب المدى لنجم صادف أن مر قريبا جدّا من الشمس منذ بضعة آلاف من ملايين السنين .

لقد سبق أن لاحظنا كيف أن جوّ الشمس يحتوى البلاتين والرصاص

ومعظم المواد التى نجـدها على الأرض وها نحن أولاء نرى الآن أن الشمس يجب حتما أن تحتوى بالضبط نفس المواد التى تحتويها الأرض فان الأرض ما هى إلا نوع من عينة من الشمس قد تجمـدت، ولا نسـتطيع بالطبع أن نقول ما ذا من المواد الأخرى قد يكون موجودا فى أعماق الشمس إذ ليس هناك وسيلة تستطيع تلك المواد بها أن تكشف لنا عن نفسها، لكن ممـا له دلالته أن كل المواد التى على الأرض تقريبا تشاهد فى جو الشمس بواسطة مبين الاطياف ولم يوجد للآن سبب يحملنا على الظن بأن جو الشمس يحوى أى مادة لا وجود لها على الأرض .

الفصل الثالث

أســــرة الشـــمس

الآن وقد عاد بنـا صاروخنا سالمين الى أرضـنا اليوم ، فلندقق النظر فى المستعمرة الصـغيرة التى تكاد تكون منعزلة تمـاما فى الفضاء ، والتى نعتقد أنها البقايا المهشمة لمـا قد كان وقتاما نجما عاديا ، تلك المستعمرة التى تحتوى أنواعا شتى من الأجسام ما بين كبير ومتوسط وصغير وصغير جدّا ممـا لا بدّ لنا من درسه واحدا بعد الآخر .

الســيارات التســعة

لننظر أوّلا الى أكبر أفراد هذه المستعمرة وهى السيارات التسعة الرئيسية ، هذه تتحرّك حول الشمس فى مسارات دائرية تقريبا وتكاد تشبه خيل حلقة اللعب تخب أو تركض حول "سيد الحلقة" وكلها تدور فى اتجاه واحد لا بد أن يكون طبعا الاتجاه الذى كان النجم الطوّاف الذى بعث بهـا الى الوجود يتحرّك فيـه حول الشمس . ولقد كانت الطريقة التى تولدت بها المجموعة الشمسية سببا فى أن لا يكون لمرور أفرادها سوى طريق واحد ، كما هو شأن المرور فى ميدان بيكاديللى[1] فحركة المرور فيه أسرع ما تكون فى أقرب المناطق الى المركز فاذا ما بعدنا عن المركز كانت الحركة أبطأ حتى اذا بلغنا طرف الميدان بطؤت حتى صارت مجرّد زحف — على الأقل بالنسـبة الى المرور السريع

(١) ميدان دائرى واسع بلندن .

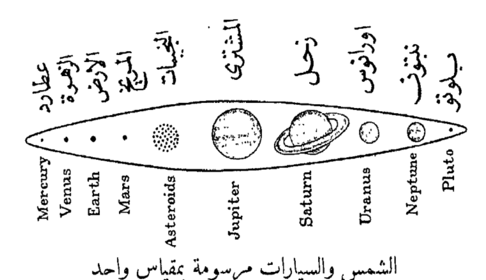
قرب المركز — وفى الحق إن أبعـد السيارات وأبطأها يقطع ما يقرب من ثلاثة أميال فى الثانية وهذه سرعة تكاد تكون قدر سرعة القطار السريع مائتى مرة لكنها فى الفلك سرعة لا تعدو الزحف . فالسياران عطارد والزهرة وهما يمثـلان المرور السريع قرب المركز يتحرك أولهما بسرعة قـدر السرعة السابقة عشر مرات ، وثانيهما بسرعة قدرها سـبع مرات ، وستعرف سبب ذلك كله فيما بعد أما الآن فلا يعنينا إلا الحقائق المجرّدة .

وقبل أن نترك ميدان بيكاديللى يجب أن نفهم أننا لا نستطيع أن نمثل المجموعة الشمسية بوضع تمثال إيروس[1] فى الوسـط ليمثل الشمس وإطلاق تسع عربات سيارة تلف حوله لتمثل السيارات التسعة فإن التمثال أكبر كثيرا من أن يمثل الشمس والعربات أعظم كثيرا من أن تمثل السيارات التسعة . إننا إذا أردنا أن نضع نموذجا ليمثل المجموعة الشمسية بدقة طبقا لمقياس رسم صحيح وجب أن نمثل الشمس بجسم صغير جدّا كالحمصة مثلا ونمثل السيارات التسعة على نفس المقياس ببذور صغيرة وحبات من الرمل وذرات من التراب ومع كل ذلك فإن ميدان بيكاديللى لا يكاد يتسع عندئذ إلا لفلك بلوتو وهو أبعد السيارات كلها . تصوّر وجود حمصـة وتسعا من بذور صغيرة وحبات رمل وذرّات تراب فى ميدان كبير تدرك عندئذ أن المجموعة الشمسية تتكوّن فى أساسها من فضاء خلاء ، وهنا يسهل عليك أن تفهم لمـاذا تبدو السيارات فى السماء بذلك الصغر الذى تبدو به .

---

(١) تمثال وسط ميدان بيكاديللى .

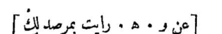
لوحـــة ١٩



الشمس والسيارات مرسومة بمقياس واحد

السيارات مرتبة حسب بعدها عن الشمس ومنها نرى كيف تتزايد أقدارها حتى المشترى ثم تتناقص . والمرسوم تبعا لمقياس واحد هو الأقدار فقط لا المسافات لأن هـذه لو روعى فيها مقياس واحد لكانت الأرض على بعد ١١ ياردة وبلوتو على بعد ربع ميل من الشمس

لوحة ٢٠


[عن و. ه. رايت بمرصد ليك]

الزهرة

تحت الأحمر — فوق البنفسجي

المريخ

تحت الأحمر — فوق البنفسجي

تحت الأحمر — منظر على الأرض — البنفسجي

الزهرة والمريخ

تبين الصورتان السفليتان كيف أن الضوء البنفسجي لا يكاد يصوّر إلا الجو فان المدينة البعيدة (سان جوز) لا تكاد تبين من خلال ١٣½ ميل من الهواء في حين أن الضوء تحت الأحمر يخترق بسهولة ١٣½ ميل من الجو والزهرة يحيط بها الجو لدرجة يخفق معها الضوء حتى تحت الأحمر منه في الوقوع على سطح صلب فيها . وللمريخ جو متميز كما يتبين من الصورة فوق البنفسجية التي الى اليسار لكن الضوء تحت الأحمر يخترق هذا الجو بسهولة و يصوّر السطح الدائم للسيار . و يدل القياس الدقيق على أن صورة فوق البنفسجي أكبر بمقدار يذكر من صورة تحت الأحمر وهذا يشير الى أن الجو المريخي يمتدّ الى ارتفاع عظيم

ومع ذلك فالمجموعة الشمسية مزدحمة جدا إذا قارناها بمعظم الفضاء فاذا كانت حمصة وتسعة أجسام أصغر منها فى ميدان بيكاديللى تمثل الشمس وسياراتها فان أقرب النجوم الينا يمكن أن تمثله بذرة صغيرة ملقاة بالقرب من برمنجهام[1] اذا كان كل ما بين المكانين فضاء خلاء وبذلك نرى مرة أخرى مقدار انعزال المجموعة الشمسية فى الفضاء .

عطارد

الآن فلنبحث فى السيارات بالتفصيل . إن أقربها للشمس عطارد وهو من القرب منها بحيث نراه دائما فى السماء بجوارها . وكان عند اليونان قصة يتوارثونها مؤدّاها أن عطارد هو الصديق الحميم لأبُلّو وهو الشمس ، وهما لسوء الحظ صديقان بلغ من شدّة اتصالها أننا لا نرى أبدا عطارد فى السماء ليلا لأن ذلك يباعد بينه وبين الشمس أكثر مما ينبغى . واذا لم يكن لدينا مرقب فخير ما نستطيع أن نرجوه هو أن نرى عطارد فى السفر[2] غربا بين نجوم السماء عقب غروب الشمس مباشرة وإلا ففى الشرق بين نجوم الصباح قبيل الفجر مباشرة ، بل إن هذا يتطلب أن يساعدنا الحظ والحظ ياللأسف فى كل تسعة أيام من عشرة فى مثل موقعنا الجغرافى[3] لا يساعد ، ذلك لأن عطارد يكون عادة مختبئا فى السحب أو فى ضباب الأفق أما فى المواقع الجغرافية الأدنى من موقعنا فرؤية عطارد أسهل بكثير[4] .

وعطارد فى سياحته حول الشمس يكون تارة فى أقرب جانبى الشمس

(١) مدينة تبعد عن لندن بمقدار ١٠٥ ميلا . (٢) Twilight

(٣) فى انجلترا . (٤) رؤيته بمصر صعبة نسبيا .

الينـا وتارة فى أبعدهما عنا ، فإذا ما توسط بيننا و بين الشمس بالضبط وقع ضوء الشمس على جانبه البعيد عنا و بذلك يكون وجهه الذى نحونا مظلما كله وفى مثل هذه الأوقات يمكن أن يرى عطارد قرصا صغيرا أسـود مارا أمام قرص الشمس اللامع ، أما إذا كان فى غير ذلك من المواضع فانا نستطيع من الأرض أن نرى جزءا من وجهه المضاء وهذا الجزء الذى نراه منيرا قد يتدرّج شكله من هلال رفيع كالقمر الجديد الى الدائرة الكاملة التى نراها عند ما يكون السيار فى الجانب البعيد عنا من الشمس ، وهـذا هو السبب فى ظهور أوجه لعطارد كأوجه القمر وفى إظلام الجزء الغير المضاء من وجهه إظلاما تاما على الدوام وهـذا يدل على أنه لا ينير بضوئه هو و إنمـا بضوء الشمس الساقط عليه، و يصدق هذا على السيارات كلها .

الزهـــــــرة

هى الكوكب الذى يلى عطارد فى الترتيب ، و بعدها عن الشمس قدر بعد عطارد مرتين لكنها مع ذلك من القرب من الشمس بحيث أنها لا ترى فى السماء ليلا إلا نادرا بل ترى عادة كعطارد إما فى السـفر بين نجوم المساء أو فى ضوء الفجر بين نجوم الصباح وهى بلا شـك ألمع أجرام السماء بمراحل بعد الشمس والقمر .

وللزهرة أوجه كما لعطارد وللقمر وهـذا نتيجة كوننا لا نرى عادة كل نصفها المضاء . كذلك فى حركتها حول الشمس يتغير بعدها عنا تغيرا تبدو معه كأنها تتغير فى الحجم كما تتغير فى الشكل .

وتظهر الزهرة أكبر ما تكون إذا كانت فى أقرب أوضاعها الينا وعندئذ تكاد تكون بيننا وبين الشمس تماما ويكون شكلها الظاهرى عندئذ كهلال ظريف يشبه الهلال الجديد ، أما بقية الوجه الذى تستقبلنا به فتكون كلها فى ظلام . وبعدها عنا فى أبعد أوضاعها — وهى عندئذ تكاد تكون وراء الشمس بالضبط — قدر بعدها عنا فى أقرب أوضاعها نحو ست مرات ولذا يبدو حجمها سدس ما تكون عليه فى أقرب أوضاعها الينا ، وفى تلك الأوقات يسقط ضوء الشمس على جميع الوجه المتجه نحونا فيبدو من أجل ذلك دائرى الشكل كالبدر التمام .

ويتغير لمعانها الظاهر تبعا لشكلها وبعدها ، فتبدو ألمع ما يكون وهى على شكل هلال القمر الذى عمره ٥ أيام (راجع لوحة ٩) وعندئذ تظهر ألمع من الشعرى اليمانية اثنتى عشرة مرّة . ولولا أن قربها من الشمس يحول دون رؤيتها على أتم وجه لكان تلألؤها فى تلك الحالة مخيفا ومع ذلك فعند ما يغض لمعان الشمس من نور الزهرة يكون أكثر غضا من نور غيرها مما هو أضعف منها من الكواكب ، ولذا عند ما يخيم المساء تكون الزهرة غالبا أوّل كوكب يظهر فى سماء الغرب وسط السفر المزداد . وقد تكون الزهرة فى أوقات أخرى "كوكب صباح" ممتازا بشدّة السطوع ، ويغلب أن تكون آخر كوكب يضمحل نوره فى ضوء النهار ، ولهذا السبب كان الاعتقاد السائد أنها كانت "كوكب بيت لحم" الذى رآه المجوس فى الشرق . وقد تكون فى بعض الأحيان من اللمعان بحيث لا يقوى ضوء الشمس الكامل نفسه على أن

يطمسها تماما فكثيرا ما رؤيت بالعين المجردة فى ريعان النهار حتى عند الظهيرة أحيانا . ومن المستطاع بواسطة مرقب ولو كان متوسط القوة أن نتتبع حركتها وهى تعبر السماء بجانب الشمس فى ضوء النهار الساطع من الصباح الى المساء .

الأرض

الأرض هى التى تلى عطارد والزهرة فى الترتيب من حيث البعد عن الشمس وهى أكبر قدرا من أيهما ولو أنها لا تزيد على الزهرة إلا قليلا جدا والترتيب التصاعدى لأقدار الكواكب الثلاثة : عطارد ثم الزهرة ثم الأرض هو نفس ترتيبها التصاعدى من حيث البعد عن الشمس وهذا يتفق تماما مع فرض أن السيارات نشأت عن تكاثفات حدثت فى فتيل من الغاز سيجارى الشكل وتكون النهاية المدببة للسيجار هى طبعا أصغر السيارات كلها وهو عطارد (أنظر لوحة ١٩ المقابلة لصفحة ٥٤) .

وقد رأينا كيف ان عطارد والقمر ، وكلاهما أصغر كثيرا من الأرض ، لا جو لها إذ أن قوتى جاذبيتهما أضعف من أن تحتفظ بجو . أما الزهرة والأرض فكلاهما كبير كبرا يدرأ عنهما هذا النقص .

ولما كانت الزهرة والأرض متساويى القدر تقريبا وكان من المحتمل جدا أن تاريخى حياتهما متشابهان كان من المنتظر عقلا أن يكون جواهما متشابهين ، لكنهما فى الواقع مختلفان جدا ، وعلى الأخص فى أن الأكسجين الذى يكوّن جزءا كبيرا من جو الأرض نادر جدا ، على ما يظهر ، فى جو الزهرة إن كان له وجود قط . وإنا نعلم أن الأكسجين يتحد بالمواد الأخرى بسهولة

عظيمة فمثلا يحدث مثل هذا الاتحاد عند ما تحترق المواد أو تتآكل أو تصدأ . واذ كان الأمر كذلك فلا داعى لأن نستغرب أنه لم يبق فى جو الزهرة إلا قليل من الأكسجين إن كان قد بقى فيه شيء . انما الذى كان يجب أن يدهشنا لو لم نكن نعرف سببه هو وجود الأكسجين على هذه الكثرة فى جو الأرض . والسبب فى ذلك هو أن كل شجرة وكل عود من الحشيش على الأرض هو بمثابة مصنع أكسجين ، فالخضرة على الأرض تضمن استمرار مدد الأكسجين وعجزنا عن العثور على أى مقدار يذكر من الأكسجين فى جو الزهرة يحملنا على أن نفرض أن ليس على سطحها خضرة و إذن يرجح أيضا أن لا تكون عليها حياة من أى نوع .

السيارات الأبعد

إن عطارد والزهرة هما من القرب الى الشمس فى الفضاء بحيث إننا نراهما دائما قريبين منها فى السماء . والسيارات الستة التى لم نتكلم عنها للآن تتحرك حول الشمس فى دوائر تقع خارج فلك الأرض ، واذا نظرنا الى هذه السيارات الأخرى من مكاننا القريب من الشمس فانها لا تظهر دائبة الدوران حول الشمس فحسب ، بل دائبة الدوران حولنا أيضا ولذا كثيرا ما نراها فى سماء الليل الحالك فى اتجاهات بعيدة عن الشمس ، وهذه الظروف تجعل السيارين الأقربين الى الأرض وهما المريخ والمشترى يبدوان نجمين رائعين والواقع أن هذين السيارين قد يكونان فى خير حالاتهما ألمع أجرام السماء كلها . فهما وان كانا يبلغان نحو عشر الزهرة فى لمعانها إلا أن الزهرة مصباح يشتعل معظم الوقت

فى ضوء النهار أو فى السفر فى حين أن المريخ والمشترى شمعتان تحترقان فى ظلام الليل فليس عليهما أن يتنافسا مع ضوء الشمس القوى . أما السيارات الأخرى كلها فأضعف من هذين بكثير فزحل وهو ألمعها لا يبدو إلا كوكبا عاديا جدا ، وأورانوس يكاد يعجز العين المجردة أن تراه ، لكن نبتون أبعد من حدود مدى الابصار ، و بلوتو أبعد منها بكثير فلكى نرى بلوتو لا بدّ لنا من مرقب قوى .

والمريخ الذى هو أول ما نصادف عند ما نخرج فى الفضاء مبعدين عن الشمس أصغر بكثير من الأرض ، فقطره لا يزيد على نصف قطرها إلا قليلا فهو اذن يخرق الى حينٍ القاعدة التى تنص على أن السيارات يزداد قدرها كلما ازدادت بعـدا عن الشمس . لكن المشترى الذى يلى المريخ يعـود فيؤيد القاعدة تأييدا إذ أن قطره قدر قطر الأرض أحدى عشرة مرة تقريبا ووزنه قدر وزنها ٣١٧ مرة ، والواقع أن وزنه يبلغ أكثر من ضعف وزن كل السيارات الثمانية الأخرى مجتمعة ، ولما كان هو السيار الأوسط لأنه خامس تسعة فلا بدّ أن يكون مخلوقا من الجزء الأوسط للفتيل السـيجارى الشكل حيث كانت المـادة أغزر ما يكون ، وهذا يتفق مع كونه أكبر وأثقل السيارات كلها . فاذا ما تجاوزنا المشترى تناقصت أقدار السيارات وأوزانها باطراد اذ نكون قد تخطينا وسط السـيجار وأخذنا نقترب من الطرف الرفيع . فزحل الذى يلى المشترى يحتوى من المـادة قدرا أقل من ثلث مادة المشترى فى حين أن السيارات الثلاثة الاخرى أصغر بكثير جدا من زحل . والحقيقة أن بلوتو وهو فى النهاية الأخرى المدببة للسيجار لا يكاد فيما يظهر يزيد فى قدره على عطارد .

مناخات السيارات

المرقب هو قبل كل شيء آلة لجمع مقدار عظيم من الضوء من كوكب أو مجموعة كواكب حتى اذا جمعه سلطه كله على عين الانسان أو على لوحة فتغرافية — شأنه فى ذلك بالضبط شأن البوق الأذنى يجمع مقدارا عظيما من الصوت و يرسله الى أذن الانسان الأصم . كذلك يجمع المرقب مقدارا عظيما من الحرارة وقد ابتكرت آلات لقياس هذه الحرارة بغاية الضبط وأصبحت تلك الآلات من الحساسية بحيث إن المرقب الكبير يستطيع أن يقيس الحرارة التى تبعثها شمعة موقدة على بعد مئات من الأميال، وهو يقيس بسهولة تامة مقدار الحرارة المنبعثة من السيارات الأقرب الى الأرض ومن النجوم الألمع من غيرها .

ونستطيع أن نقول بوجه عام إنه قد وجد أن السيارات ترسل من الحرارة ما يكاد يساوى بالضبط ما تتلقاه من الشمس لا أكثر . وقد عرفنا من زمن بعيد أنها لا تنير إلا بما تعكسه من الضوء — أى أن النور الذى ينبعث منها ليس إلا الضوء الذى تتلقاه من الشمس وتعكسه — وقد ثبت الآن أن هذا يصدق أيضا على حرارتها . وعند ما نشأت تلك الكواكب أول مرة كقطع من الرشاش النارى المقذوف من الشمس كانت حتما شديدة الحرارة ، ولا بد أنها قد بعثت من ذات نفسها حرارة حامية ، لكن قد مضى منذ ذلك الحين ٢٠٠٠ مليون سنة وهو وقت يكفيها كى تبرد فيه تماما فلم يعد فيها أية حرارة ذاتية وصارت إنما تدفأ بقدر ما تدفئها الشمس ، و يلزم من ذلك

أنها كلما بعـدت عن الشمس ازدادت برودة — كما هو شأن المعسكرين المصطلين بالنار .

ولنا فى الحقيقة أن نتصور الشمس والنجوم كأنها مجموعة عظيمة من نيران معسكرات مبعثرة فى الفضاء ، ففى أعماق الفضاء القاصية البعيدة عن تلك النيران تكون البرودة شديدة — نحو ٤٨٠° من الصقيع ، وكلما دخلنا نحو الشمس أو بالطبع نحو أية نار من نيران المعسكرات الأخرى وصلنا الى درجات حرارة أنسب وأوفق ، لكن علينا أن ندخل مسافة طويلة قبل أن نصل الى الحالة التى يصح أن نصفها بأنها مريحة — أو بالأحرى التى يمكن أن تكون فيها حياة . والسيارات الأبعد ، وهى بلوتو ونبتون وأورانوس وزحل ، لابد أن تكون أبرد من كل ما لقينا على الأرض بل إن المشترى نفسه تكاد برودته تكون فوق التصور ، فمقدار الحرارة التى نتلقاها منه يبين أن درجة حرارته لابد أن تكون ٢٧٠° فرنهيتية تحت الصفر (١٣٢° مئوية تحت الصفر) ،وهذه البرودة ليست بكافية لتجميد الماء فحسب بل إن أكثر الغازات شيوعا كغازات جونا تستحيل فيها الى سوائل . ومع ذلك فالسيار ليس خلوا من النشاط بالمرة فان هناك علائم خاصة تظهر فى جوّه وتبقى زمنا ثم تختفى كما تفعل سحب المطر التى فى جوّ الأرض (أنظر لوحة ٢٢ المقابلة لصفحة ٦٧) . فالسحب التى فى المشترى لا بد على هذا أن تكون مكوّنة من ثانى أكسيد الكربون أو من غاز آخر يتكاثف عند درجات فى غاية الانخفاض .

فاذا ما وصلنا الى المريخ وهو السيار الذى يلى الأرض صادفنا أحوالا أقل مضايقة، ومع ذلك فسطح المريخ أغلبه تحت درجة التجمد فإنك اذا أخذت بقعة على خط استوائه فى الظهر عند ما تكون الشمس فيه ضاربة بأشعتها فوق الرءوس تماما فإنك ربما وجدتها فى الدفء مثل لندن فى عصر بعض أيام نوفمبر . لكن المريخ كما تعلم ليس له من الجوّ إلا قليل لا يساعده على الاحتفاظ بهذه الحرارة ، كما أن نوع النور الذى يبعث به الينا يدل على أن سطحه كسطح القمر يتكوّن على الأكثر من رماد بركانى وهذا أيضا ليس له قدرة على اختزان الحرارة ، لذلك تنخفض درجة الحرارة فيه بغاية السرعة كلما مالت الشمس واقترب الليل فيبدأ الصقيع قبل المساء ولا بد أن يكون البرد عند منتصف الليل على خط استواء المريخ كالبرد عند قطبنا الشمالى .

وأرضنا فى درجة حرارة يصح أن توصف بأنها مريحة ، لكنا إذا تابعنا السير واقتربنا من الشمس وجدنا أن السيارين الأقرب اليها وهما الزهرة وعطارد ليسا كالأرض فى ذلك ، فالزهرة أحر من أن تكون مريحة وعطارد أحر منها بكثير فنقطة معرّضة للشمس على عطارد هى فى الحرارة تقريبا مثل نقطة على سفود (١) فوق نار حامية .

هــل على المريخ حيــاة ؟

فالأرض إذن هى السيار الوحيد الذى يظهر أن درجة حرارته ملائمة لنوع الحياة الذى نعرفه . وأخطر منافس لها فى ذلك جارها العظيم البرودة ،

(١) السفود الحديدة يشوى بها (Grill) .

المريخ ، وقد رأى كثير من الفلكيين علامات عليـه فسروها بأنهـا ترع ويعتقدون بأنها منشأة مصنوعة ، غير أنه ليس فى الصور الفتغرافيـة للسيار ما يدل على أن سطحه فيه من الآثار ما يمكن أن ينسب إلى كائنـات تعقل ، وما هنالك من دليل على وجود تلك الآثار يكاد مصدره للآن لا يعدو المشاهـدة بالعين مباشرة ، وعين الانسان مشهورة بأنهـا كثيرة التـوهم وغير جديرة بأن يعتمد عليها اذا أرغمت على العمل فى ضوء غير كاف ، فقد أثبتت تجارب مختلفة أن العين التى تجاهـد فى ضوء ضعيف كى تدرس حدود الأشـياء تنزع لأن تصل بخطوط مستقيمة لا وجود لهـا بين البقع المنيرة والبقع المظلمة التى على جسم مضاء بنور ضئيل ، كالخطوط التى ظن راصدو المريخ القدماء أنهم رأوها عليه . ويتفق مع هذا أيضا أن الراصدين القدماء زعموا أنهم رأوا علامات شبيهة جدا بهـذه على عطارد والزهرة ومع ذلك نعرف الآن أن السطح المرئى للزهرة يتركب من سحب فقط ، أما عطارد فواضح أنه غير صالح للحياة . وقـد اعتاد الراصدون فى عصور أقـدم من تلك أن يضعوا علامات من نوع شبيه بهـذا على الخرائط التى رسموها للقمر وقد تبين أن بعض هذه العلامات بحذافيرها من صنع الخيال فى حين أن البعض الآخر الموجود حقا ليس بالترع مطلقا ، والتاريخ الاجمالى لمثل تلك العلامات هو أنها فيما يظهر قد وضعت فى الأصـل فى رسوم عملت فى ضوء غير كاف بواسطة قوة مكبرة غير كافية و إذن فقد اختفت فى ضوء علم أوفى من علم الأقدمين . من أجل ذلك كله يؤثر معظم العلمـاء ألا يحكموا على الحيـاة المزعومة فى المريخ حتى تؤكد الآلة الفتغرافية أنها موجودة حقا .

ومع ذلك لا نزاع فى أنه يلحظ على المرّيخ تغيرات فصولية خاصة ففى خلال شتاء السيار تتكوّن من غير شك "قلنسوة" من الثلج الأبيض حول القطب الشمالى فاذا أقبل الصيف ذابت فيتغير بذوبانها شكل الأراضى التى إلى جنوبها، ويظن بعض الفلكيين أن هذه التغيرات قد تكون متسببة عن نمو أعشاب خضرة يعين عليه تدفق مياه الجمد المنصهر، ويبدو لآخرين أكثر احتمالا أن تكون هذه التغيرات متسببة عن سقوط مطر يروى صحراء من رماد بركانى لا حياة فيها .

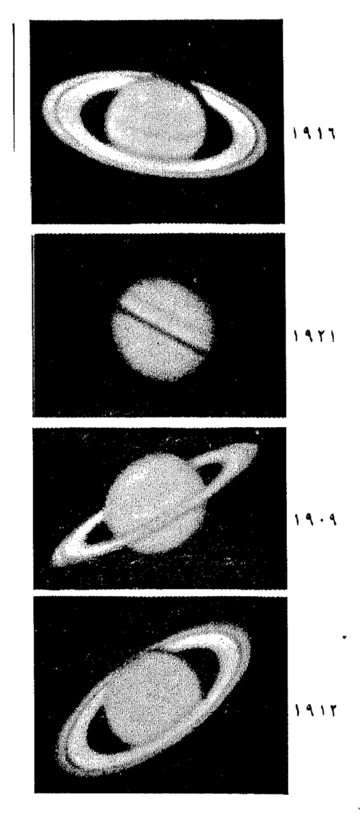
ويظهر على العموم أن احتمال وجود الحياة على المرّيخ أو على أى سيار آخر فى المجموعة الشمسية لا يمكن أن يسمى احتمالا قويا، وعلى الرغم من أنه لا يزال هناك مجال لاختلاف كبير فى الآراء يبدو لى محتملا جدا أن الحياة التى على أرضنا هى الحياة الوحيدة الموجودة فى الأسرة الشمسية إن جاز أن النجوم الأخرى النائية تشمل بين أفراد أسرها سيارات معمورة بالحياة .

توابع السيارات

معظم السيارات تصحبها حاشية من التوابع أو الأقمار متناسبة فى العدد مع قدر السيار وجلاله . فلكل من زحل والمشترى وهما أكبر السيارات تسعة توابع، ولأورانوس وهو الذى يليهما قدرا أربعة توابع فى حين أن السيارات الأصغر منه فيها ماله تابعان أو تابع واحد أو ما ليس له تابع بالمرة . ونحن نعتقد أن التوابع قطع انتزعت من السيارات كما انتزعت السيارات من الشمس على اثر سلسلة من الحوادث تشبه أن تكون واحدة فى الحالين .

فالنظريات الرياضية تبين أن هناك حول كل جسم كبير فى الفضاء ما يصح أن يكون منطقة خطر يلجها الجسم الصغير بمجرد ما يصير على بعد خاص من الجسم الكبير يمكن حسابه ، فإذا ولجها أصبحت قوة جذب الجسم الكبير إياه أعظم من أن يقوى على احتمالها فتمزقه إربا إربا ، ولا يتسنى لجسم صغير أن يدخل المنطقة الخطرة لجسم كبير ويخرج منها سليما معافى وان كان مقدار ما يحيق به من أذى يتوقف على طول مدة مكثه داخل المنطقة الخطرة ، ونحن نعتقد أن الشمس فى جولانها على غير هدى فى الفضاء فى عهد بعيد قد ولجت منطقة الخطر لنجم أكبر منها حجما وأعظم كتلة فكان عاقبتها أن تمزقت بالطريقة التى سبق أن وصفناها (أنظر صفحة ٤٩ أعلاه) فانفصل عنها من المادة ما كوّن فتيلا سيجارى الشكل منه تولدت السيارات ، وقد رأينا كيف أن هذه السيارات لم تكن لتسير أوّل أمرها فى الأفلاك الدائرية المنتظمة التى تسير فيها الآن وانما كانت حركاتها أبعد عن الانتظام بحيث كان من الممكن أن تؤدى بها الى منطقة الخطر التى حول الشمس ، وفى هذه الحالة كانت تتمزق كما تمزقت أمها الشمس من قبلها . ويظهر من الراجح جدّا أن توابع السيارات ولدت بهذه الطريقة ، بل إن مجموعات التوابع شديدة الشبه بالمجموعة الشمسية الأصلية الى حدّ يكاد يضطرنا الى أن نفرض أنها قد نتجت عن نفس العملية التى نتجت عنها المجموعة الأصلية ، واذا كان الأمر كذلك فالشمس هى أم السيارات وجدة توابعها .

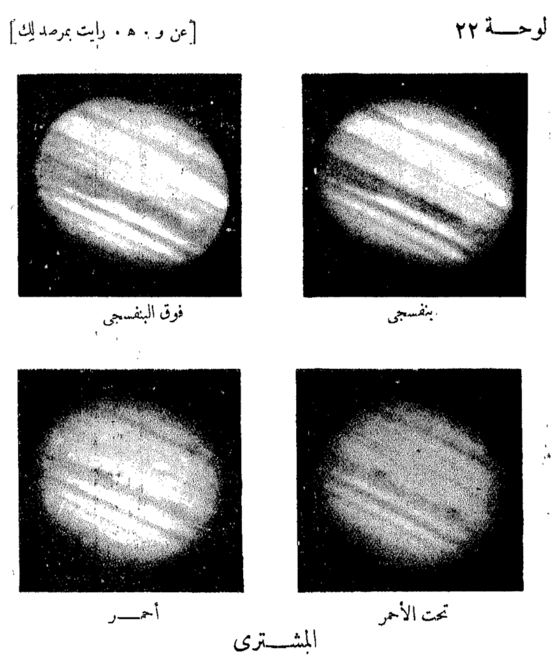
[عن مرصد لوول]



زحـــل

صور مأخوذة فى أربع سنين مختلفة تبين أربع وجهات مختلفة من زحل ومجموعة حلقاته

[عن و . ه . رايت بمرصد ليك]



المشـــترى

السيار مُصور فى أربعة ألوان ضوئية . وفوق البنفسجى والبنفسجى منها يبينان معظم التفاصيل مما يوحى بأن العلامات التى على المشترى علامات جوية كما يتبين ذلك أيضا من عدم دوامها

حلقات زحل

زحل أدعى السيارات الى الاهتمام من وجوه كثيرة ، وهو حقا أكثرها استلفاتا للنظر فى مظهره، فليس له تسعة أقمار فحسب ولكنه أيضا محوط بثلاث حلقات مستوية دائرية تكوّن نوعا من الهدب أو النطاق حول المنتصف (أنظر لوحة ٢١) ، وقد اكتشفها جليليو أوّل مرة فى سنة ١٦١٠ وكانت هناك تكهنات عدّة بشأن حقيقتها، ففى سنة ١٧٥٠ قال توماس رايت "إنه اذا أتيح لنا أن نبصر زحل من خلال مرقب كفء لذلك فسنرى حلقاته ليست إلا عددا لا نهاية له من سيارات صغيرة أضأل من تلك التى نسميها توابعه" .

وقد ثبت صدق هذا التخمين بحذافيره ففى سنة ١٨٥٩ جاء الرياضى الكمبردجى ماكسويل فوصف الحلقات بأنها "من وجهة النظر العلمية البحتة أعجب الأجرام السماوية" وأقام البرهان الرياضى على أن حقيقتها لا بد أن تكون من قبيل ما خطر لتوماس رايت . وفى سنة ١٨٩٥ جاء الفلكى الأمريكى كيلر فزاد الأمر تأكيدا ببعض أرصاد له بينت أن مادة الحلقات تتحرّك دائما حول السيار، لكن حركة الأجزاء الخارجية من الحلقات أبطأ من حركة الأجزاء الداخلية . كذلك نجد أن حركة المرور هنا، كما فى المجموعة الشمسية ، كلها ذات اتجاه واحد وأن أبطأها أبعدها عن المركز الخارجى . وما كنا لنستطيع بأية حال من الأحوال أن نقف على ذلك لو كانت الحلقات مصمتة لكنا ما كنا لنجد غير هذا لو كانت مكوّنة من ملايين الأقمار الصغيرة .

وهناك كل ما يدعو الى الظن أن هـذه الأقمار الصغيرة قطع من جسم كان يوما ما قمرا عاديا كاملا من أقمار زحل. ومن الراجح أن هذا القمر دخل منطقة خطر زحل وهى لا يدخلها جسم صغير ويبقى سليما فباء بالعقوبة المعتادة وتحطم إربا إربا. فكما أننا نعتقد أن فى الزمن الغابر مر نجم فمزق الشمس مكونا بذلك أسرتها الحالية وأن الشمس مزقت زحل وكونت أقماره، كذلك نعتقد أن زحل نفسه مزق أقرب أقماره اليه ملايين من القطع الصغيرة وبذا كون مجموعة حلقاته — فهى جيل ثالث من الأجرام الفلكية.

ومع ذلك فالعمليتان ليستا متشابهتين تماما. فالشمس لم تمكث داخل منطقة خطر النجم الأكبر إلا قليـلا لأنها كانت متحركة فى الفضاء بسرعة حسـنة حملتها خارج منطقة الخطر قبل أن تتمزق تماما. كذلك كان مكث زحل داخل منطقة خطر الشمس موقوتا الى أجل. أما تابع زحل فقد كان يقطع مسارا دائريا حوله. وبسبب وقوعه فى منطقة الخطر ان هـذا المسار الدائرى كان ينقبض فيقل مداه بالتدريج، فكان من سـوء حظه أن دخل منطقة الخطر بطريقة جعلته عاجزا أبدا عن أن يخرج منها، ومن أجل هذا تقطع إربا إربا. ولا يمكن أن يكون هناك إلا قليـل من الشك فى صواب هـذا الظن فاننا نستطيع أن نحسب المسافة التى تمتد اليها منطقة خطر زحل فنجد أن أقرب توابع زحل اليه يقع قريبا جدا من محيطها لكن من الخارج، وهذا ما يجب أن يكون بالفعل ليظل التابع سليما، أما الحلقات فتقع داخل تلك المنطقة.

ولسنا نجـد فى المجموعة الشمسية تابعا ذا قدر معقول يدور فى منطقة

[عن مرصد لوول]



مذنب هالى كما رصد فى ٧ مايو سنة ١٩١٠

هو أشهر المذنبات كلها و ربما كان هذا المذنب هو الذى "أظل بيت المقدس على شكل سيف" قبل تخريب المدينة سنة ٦٦ بعد الميلاد والذى ظهر قبيل فتح انجلترا سنة ١٠٦٦ بعد الميلاد وكان ظهوره فى ســنة ١٧٥٩ طبق تنبؤات هالى المبنية على قانون الجاذبيــة مما أقنع الناس بأن مجيئه وذهابه يتبعان هذا القانون لا قرب نزول الكوارث بالأرض



مذنب بروك كما رصد فى ٣ نوفمبر سنة ١٩١١

الاستطالة القليلة فى آثار النجوم ناشئة عن تتبع المذنب لا النجوم بالمرقب طول مدّة التعريض البالغة ١٥ دقيقة (انظر كذلك لوحة ٢٣)

خطر سياره . وأقرب توابع المشترى اليه قريب جدا من منطقة خطر المشترى فمن المحتمل على مايظهر أن هذا التابع على مر الزمن يقترب ثم يقترب من المشترى ، ولا بد أن يأتى وقت فى المستقبل غير السحيق يدخل التابع فيه منطقة الخطر لهذا السيار العظيم ويتمزق ، وعندئذ يحاط المشترى بحلقات كما هو شأن زحل الآن .

وبنفس الطريقة لا مناص لقمرنا نحن ، وإنْ فى المستقبل البعيد جدا ، من أن يقترب من الأرض شيئا فشيئا حتى يصير فى النهاية قريبا منها قربا يحول بين القمر وبين السلامة ، وعندئذ ينفذ فيه القضاء نفسه فلا يكون للأرض بعد ذلك قمر وانما تكون كزحل محوطة بنطاق من الحلقات . وهذه الحلقات ستعكس من ضوء الشمس لا أكثر مما يعكسه القمر الحالى فحسب ولكن ستجعل الأرض فى نور البدر الكامل طول الليل فى كل ليلة .

وعلى الرغم من أن هذا سيزيد من غير شك فى بهجة الحياة فان تكون الأمور من بعض النواحى مريحة كما هى الآن إذ سيكثر تصادم بعض الأقمار ببعض وستتناثر أجزاء تقع على الأرض كالصخور الضخمة تسقط من السماء .

النجيمات

وبين المريخ والمشترى آلاف من أجسام صغيرة تسمى "بالنجيمات" أو "السيارات الصغرى" تسير حول الشمس باستمرار بالطريقة العادية لحركة المرور ذات الاتجاه الواحد المعروفة فى المجموعة الشمسية . وهذه النجيمات أيضا يرجح أن تكون القطع التى تناثر اليها جسم كبير واحد . ان هناك شقة

واسعة سعة غير عادية بين المريخ والمشترى ، ومن المحتمل على ما يظهر أن قد كان يدور فى فضائها سيار واحد عادى الحجم وحل به القضاء لما دخل منطقة خطر المشترى .

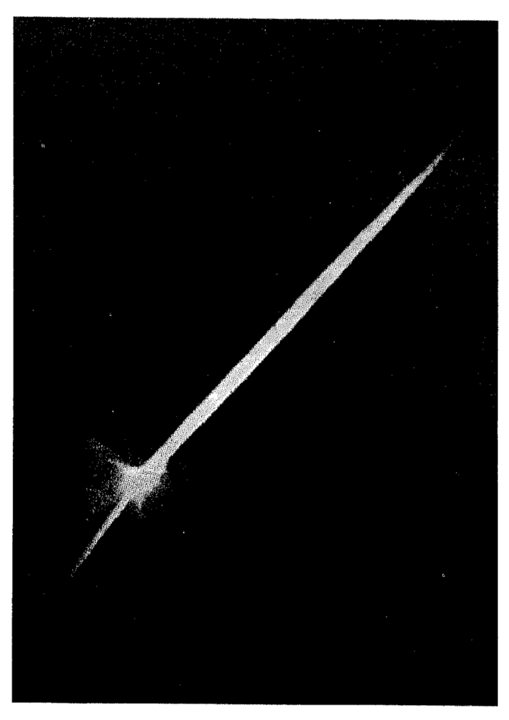
المذنبات والشهب

بقية الأسرة الشمسية أجسام صغيرة حقا ، وفى مقدمتها من حيث الكبر والأهمية المذنبات . والمذنبات تشبه السيارات فى أنها تدور ثم تدور حول الشمس ، وتختلف عنها فى أن مساراتها فى الغالب متطاولة جدا ولذا قد يكون المذنب فى وقت من الأوقات بعيدا جدا فى أعماق الفضاء الباردة وفى وقت آخر قريبا جد القرب من الشمس . والمذنبات لا ترى عادة حتى تتعرض تماما لضوء الشمس وحرارتها ، وعندئذ تظهر بل وتسترعى من أبصار الناس واهتمامهم ما لا يتناسب أبدا مع أهميتها الحقيقية . وهى أيضا تتمزق عند ما تلج المنطقة الخطرة المحيطة بجسم كبير مثل الشمس أو المشترى ، والقطع التى تنفصل عنها تكوّن عندئذ همرات[1] من حجارة نسميها النيازك . ويحدث أحيانا أن تمر الأرض من خلال إحدى هذه الهمرات بحيث يعلق بجوها بعض النيازك وعندئذ ترتفع حرارة النيازك الى درجة الابيضاض لاحتكاكها بالهواء فنشاهد ما يعرف بالعرض النيزكى — أى همرة من الشهب . وقد تنطبق مسارات تلك الهمرات النيزكية فى حالات قليلة تمام الانطباق على المسارات السابقة لمذنبات قد اختفت وفى ذلك برهان مقنع كل الاقناع

(١) جمع همرة وهى كما مر الدفعة من المطر .

لوحـــة ٢٥

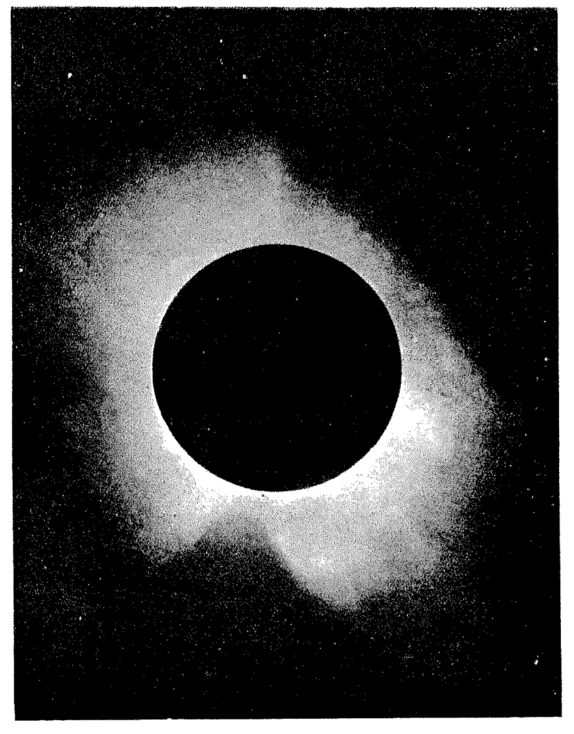
[عن بتـــلر]



شهـاب منفجــــر

انفجر هذا الشهاب الكبير فى الهواء أثناء تصوير أثره

لوحـــة ٢٦ [عن ا . س . كرملين بمرصد جرينتش]



الهالة الشمسية فى كسوف سنة ١٩١٩

أخذت هذه فى نفس الظرف الذى أخذت فيه لوحة ١٥ لكن بتعريض أطول . و يرى نتوء آكل النمل فيها شاحبا ضعيفا

أن المذنبات قد تمزقت الى كتيبة من أجسام أصغر منها . والواقع أن تاريخ المجموعة الشمسية كله فى معظمه عبارة عن قصة واحدة طويلة لأجسام كبيرة تكسرت الى أجسام صغيرة لا بسبب التصادم المباشر وحده بل بسبب أقوى يرجع الى قوى تجاذبية كتلك التى تحدث المدّ والجزر على أرضنا مزقت تلك الأجسام إربا إربا .

وأغلب النيازك لا يتجاوز قدر الجوزة أو الحمصة إن بلغه، وهى من الصغر على الإجمال بحيث إنها تتبخر عن آخرها قبل أن تصيب الأرض، مخلفة وراءها أثرا لامعا من رماد مضىء ليس غير . ونهاية هـذا الأثر تحدّد لنا النقطة التى عندها يستحيل النيزك كله الى بخار وتكون عادة أعلى من سطح الأرض بأميال كثيرة . على أنه قد يحدث من آن لآخر أن يكون النيزك أكبر من أن يتبخر عن آخره فى أثناء طيرانه السريع عبر الهواء وعندئذ يصيب ما تبقى منه الأرض حجرا نيزكيا، وكل أجزاء الأرض بالطبع عرضـة لأن ترمى بتلك الحجارة التى تبدو كأنها ساقطة من السماء. ويبنئنا كتاب يوشع كيف "أنزل الله حجارة كبيرة من السماء" وقديما ذكر الكتاب كثيرا غير هذا من حوادث تساقط الحجارة . وقد حفظ كثير من النيازك الساقطة وبعضها ذو قدر مذكور ووزن هائل .

وفى أريزونا بجوة عظيمة تشـبه فوهة البركان يزعم الناس أنهـا تكونت فى العصور التى قبل التاريخ من اصطدام نيزك ضخم كأنه الجبل . ولم يسقط فى السنوات الحديثـة أى نيزك يصح أن يقرن بهذا فى القدر، وإن كان قد سـقط فى سيبيريا سنة ١٩٠٨ نيزك كبير جدّا سبب سـقوطه ريحا خربت

الغابات أميالا حوله فلم تكد تبقى فى مساحة تبلغ ١٠٠ ميل مربع شجرة واحدة قائمة .

ما عمر الأرض ؟

يوجد فى الأرض وفى هذه الحجارة النيزكية مواد معينة يتغير تركيبها بالتدريج مع مرور الزمن فإذا لاحظنا المدى الذى بلغه هذا التغير أمكننا أن نحدس عمر كل من الأرض نفسها ومن الحجارة التى تسقط عليها من الفضاء الخارج عنها . وقد وجد أن كلا من الأرض والنيزكيات مر عليه نحو ٢٠٠٠ مليون سنة منذ تجمده، وهذا يدل فيما يظهر على أن كليهما نتيجة كارثة وقعت منذ نحو ذلك العدد من السنين .

وحتى الأجسام الصغرى الأصغر من هذه النيازك تدور حول الشمس كأنها سيارات متناهية فى الصغر، وهذه تشمل جسيمات صغيرة وهباءات من التراب وذرّات فرادى بل وقطعا من الذرّات المتكسرة . وقد يعكس بعض تلك الجسيمات ضوء الشمس بعد غروبها فتحدث الظاهرة المعروفة بالنور البروجى ومنها ما قد يعكس ضوء الشمس حين اختفائها وراء القمر وقت الكسوف فيحدث ما يسمى بالهالة الشمسية — وهى نوع من جوّ من تراب أضاءته أشعة الشمس المكسوفة (انظر لوحة ٢٦) .

كل واحد من هذه الأجسام — من الشمس العظيمة نفسها والسيار المارد، المشترى، الى أدق هباءة من التراب فى أسرة الشمس — كل له حركة مرسومة مقدورة، ترسمها وتسيطر عليها قوة الجاذبية التى يجب أن نبحثها الآن .

الفصل الرابع

وزن النجـــوم وقياسها

قد رأينا فيما مر مبلغ أهمية قوة الجاذبية لأنفسنا ولعلم الفلك : فهى التى تبقى القمر مربوطا الى الأرض ، وترسم لجميع السيارات مساراتها ولجميع أفراد أسرة الشمس الأخر ، وهى التى تثير المدود والجزور فى محيطاتنا كما قد أثارت فى الشمس حسب ما نعتقد مدودا وجزورا أعظم كثيرا من هذه كانت منذ نحو ألفى مليون سنة سبب وجود الأرض وسبب وجودنا فى النهاية بالتبع . وهى أخيرا السبب فى بقائنا أحياء بحملها الأرض على أن تبقى قريبة من الشمس بدلا من أن تفرّ فى أعماق الفضاء الجليدية .

فلنجتهد أن نتفهم عن ماهية هذه القوّة شيئا أكثر قليلا من الذى نعرفه .

قـــوّة الجاذبيـــة

لايستطيع أى إنسان أن يرفع طنا ، والذى يمنعه من ذلك قوّة الجاذبية — أو التثاقل كما نسميها عند ما تعمل فوق الأرض — فهى تجذب الثقل نحو الأرض فلا يقوى الانسان على مغالبتها .

كذلك نجـد من المستحيل علينا أن نقذف كرة "الكريكيت" إلى بعد ميل ، تمنعنا عن ذلك نفس القوّة ، فهى تجذب الكرة على الدوام نحو الأرض وتنجح كل مرة فى النزول بهـا الى الأرض قبـل أن تقطع ميـلا : إن من السهل علينا أن تقذف يدنا الكرة بسرعة ٢٠ ميلا فى الساعة واذا لم يجذبهـا

التثاقل نحو الأرض فانها تقطع ميلا فى كل ثلاث دقائق وتكون بعد سنة قد تغلغلت فى الفضاء ١٧٥ ألف ميل بعيدا عن الأرض . لكن الواقع أن التثاقل يعترض هذه الحركة بجذبه الكرة نحو الأرض باستمرار .

ولنضرب مثلا من نوع آخر : يتحرك القمر فوق رءوسنا فى الوقت الحاضر بسرعة تبلغ نحو ٢٣٠٠ ميل فى الساعة فلو لم يكن منجذبا نحو الأرض لاستمر يتحرك فى نفس اتجاهه الآن بنفس سرعته الحالية ولانتهى به سفر سنة الى مكان فى الفضاء بعيد عن الأرض بنحو عشرين مليون ميل ، لكنه بدلا من هذا يدور ثم يدور حول الأرض : ينحنى مساره نحوها باستمرار كما ينحنى مسار كرة الكريكيت .

رأى السير إسحاق نيوتن أن هذا الانحناء المستمر نحو الأرض فى مسار القمر إنما يعنى أن الأرض تجذب القمر جذبا مستمرا ، ومر بخاطره أن هذا الجذب لابدّ أن يكون شبيها بالجذب الذى تجذب به الأرض الأجسام القريبة من سطحها . ويروى أن أوّل ما وجه خاطره الى هذا تفاحة رآها تسقط فى حديقته فقاده ذلك الى قانونه الشهير ، قانون الجاذبية ، الذى ينص على أن كل جسم فى العالم يجذب كل جسم آخر مهما كان بعيدا عنه .

وحديثا أبان أينشتين أن الوضع الرياضى الذى صاغ به نيوتن هذا القانون ليس غاية فى الدقة ، كذلك قد تبين أن طبيعة الجذب تختلف اختلافا مذكورا عما تخيله نيوتن فنحن لم نعد نتصوّرها مجرّد قوّة ميكانيكية كقوّة شدّ القاطرة القطار ، لكن الفرق بين نيوتن وأينشتين لا أهمية له فيما نحن بصدده الآن .

دراســـة الجاذبيـــة

يستطيع علمـاء الطبيعة أن يدرسوا بالتفصيل قوة التجاذب هـذه فى معامل الأرض وفى ذلك المعمل الأعظم معمل السموات الذى لا تنفك الفطرة تجرى فيه التجارب بمقاييسها الهائلة وتبيح لنا أن نرقب نتائجها .

ان الجسم كلمـا ازدادت كتلتـه ازدادت قوة جاذبيته ، وجسم الأرض العظيم هو من ضخامة الكتلة بحيث يحقر بجانبـه كل ما سواه ممـا يمكن أن نلقاه فى حياتنا العادية ، حتى إننا لا نشعر عادة بأية قوة من قوى الجاذبية عدا التثاقل الأرضى ، وفى هذا ما يغرينا بأن نحسب قوة الجـذب من خصائص الأرض وحدها ومع ذلك فالقياسات الدقيقـة التى لا يمكن إجراؤها إلا فى المعامل تدل على أن كل جسم له قوة جذبه الخاصة به .

وكما هو الشأن فى كل قوى التفاعل بين الأجسـام تكون قوة جذب أول جسمين لثانيهما مساوية بالضبط فى المقدار لقوة جذب ثانيهما للأول فنحن لهذا السبب نكون على صواب تام عند ما نتكلم عن قوة الجذب بين جسمين ا ، ب فان هـذا معناه إما جذب ا لـ ب أو جذب ب لـ ا ولا فرق مطلقا بين الاثنين فى المقدار ، ولنا فى سقوط التفاحة الى الأرض دليـل مباشر على جذب الأرض التفاحة . لكن ليس بتلك السهولة يمكن الحصول على دليـل وجود الجذب المساوى لهذا بالضبط ، جذب التفاحة الأرض ، فجذبٌ هـذا مقداره له أثر كبير فى جسم صغير كالتفاحة لكن أثره فى كتلة الأرض الضخمة لا يحس بالمرة .

وقد وجد أن قوة تجاذب جسمين تتوقف على مقدار المادة التى بهما لا على طبيعة مادتيهما . فمثلا الجذب الذى تجذب به الأرض طنا من الرصاص يساوى الجذب الذى تجذب به طنا من الماء أو طنا من الرمل أو طنا من أية مادة أخرى ، وهذا هو الأصل العلمى الذى يقوم عليه الوزن فى التجارة العادية كلها فالعطار عند ما يزن رطلا من الشاى يعادل فى الواقع بين جذب الأرض كمية من الشاى وجذبها كمية من الحديد أو الشبه اتخذت عيارا للرطل ، فاذا تساوى الجذبان تساوى الوزنان : وزن كمية الشاى و وزن كمية الحديد أو الشبه .

وطنان من المادة لهما بالضبط ضعف قوة الجذب التى لطن واحد وهلم جرا وهذا هو السبب فى أن العطار يستطيع أن يزن رطلين من الشاى بمعادلة جذب الأرض الشاى بجذبها رطلين منفصلين مجتمعين .

وزن الأرض

ومع ذلك فاذا تباعد جسمان فان قوة التجاذب بينهما تنقص ، وانا لنعرف بالضبط كيف تنقص قوة الجذب تبعا لازدياد المسافة بحيث نستطيع دائما أن نحسب حساب تأثير المسافة ، فالمجرب يمكنه فى المعمل أن يقيس الجذب الذى يحدثه طن من الرصاص فى طن آخر من الرصاص يبعد عنه مسافة معلومة ، و إذ عرفنا هذا نستطيع أن نحسب ما ذا يجب أن يكون عليه وزن الأرض لكى تحدث ما تحدث من جذب لطن من الرصاص ، أو لكرة " الكريكيت " فى مرورها السريع ، أو للقمر . وجذب

الأرض سواء أكان لطن أم لكرة الكريكيت السريعة المرور أم للقمر يدل على أن وزن الأرض يبلغ حوالى ٦٬٠٠٠٬٠٠٠٬٠٠٠٬٠٠٠٬٠٠٠٬٠٠٠٬٠٠٠ طن .

وزن الشمس

منذ عهد نيوتن برهنت الحقائق الفلكية فوق كل شك غير جزاف صدق ما نقرّره من أن قوة الجاذبية هذه ينفذ أثرها فى أقطار الفضاء . فكل جسم يجـذب كل جسم آخر نحوه مهما كان بعده عنـه ، وتفاحة نيوتن لم تؤثر فى الأرض وحدها بجـذب ولكن فى كل نجم فى السماء وقد تأثرت بسقوطها حركة كل نجم ، ونحن لا يمكننا أن نحرك أصبعا دون أن نحـدث اضطرابا فى كل النجوم .

وقـوة الجذب هـذه هى التى بها تضبط الشمس حركات كل أسرتها المترامية الأطراف من سيارات ومذنبات وشهب وما الى ذلك ، يستوى فى ذلك المشترى بكتلته الضخمة وأصغر هباءة من التراب تشـترك بنصيبها الضئيل فى تكوين ضوء منطقة البروج أو الهالة الشمسية . وهذا نعرفه من أنها جميعا تتبع المسارات التى يمكن التنبؤ لها بها حسب قانون الجاذبية .

وكما أننا نستطيع حساب وزن الأرض من جذبها القمر، كذلك يمكننا أن نحسب وزن الشمس من جذبها الذى تجـذب به الأرض أو أى سـيار آخر لتمنعه من أن يفلت منطلقا فى الفضاء . والسيارات كلها تتضافر فى تأكيد أن وزن الشمس قدر وزن الأرض ٣٣٢٠٠٠ مرة ، فكل أوقية من المـادة فى الأرض لهـا نظير فى الشمس يقرب جدا من الطن .

ولما كان للشمس هذا الوزن الضخم كانت قوة جذبها هائلة ، فالرجل الأيِّد اذا وقف على سطح الشمس لايكاد يقوى على رفع سبعة أرطال ولا يقدر أن يقذف كرة "الكريكت" الى أبعد من ياردتين أو ثلاث بل ان هذه الأعمال المتواضعة لايكون فى مقدوره أن يقوم بها إلا اذا كان قد خلق من فولاذ . أما اذا كان من دم ولحم عاديين فان وزنه على سطح الشمس يكون كافيا لأن يدكه دكا .

وبينا تجذب الشمس كل أفراد أسرتها هذا الجذب الهائل إذا بهؤلاء أيضا يتجاذبون تجاذبهم الصغير فيما بينهم ، فنجد مثلا أن أى سيار أو نجيمة أو مذنب يؤدّى به مساره الى حيث يكون قريبا من المشترى يخرجه إخراجا ظاهرا عن مساره جذب هذا السيار المارد له . ولقد أشار بعضهم بالفعل الى احتمال أن لا يكون قمرا المشترى المتطرفان قد تولدا منه قط وإنما قد يكونان نجيمين أوقعهما فى أسر المشترى قوة جذبه الضخمة — أى أنها أخرجتهما بعيدا عن فلكيهما الأصليين لدرجة اضطرا معها الى أن يدورا حول المشترى منذئذ . وهذا على ما يظهر فى غاية الاحتمال لأن هذين القمرين الصغيرين لا يدوران حول خط استواء المشترى وانما يجتازان جوّه من الشمال الى الجنوب ومن الجنوب الى الشمال بدلا من الشرق الى الغرب . وأقصى أقمار زحل هو والقمر الفرد الذى لنبتون لهما حركات شبيهة بهذه ، وقد يكون من الممكن — وإن كان إمكانا فيه بعد — أن أحدهما أو كليهما قد أسر بنفس الطريقة ، بل ان السيارات الصغرى تحدث قوة جذب تُلحظ ، والفلكى الذى يحاول

أن يتنبأ بمسار سيار أو مذنب فى المستقبل يجب أن يدخل فى اعتباراته كل تلك القوى كبيرها وصغيرها .

اكتشاف أقصى السيارات

كان المظنون منذ قرن أن أورانوس أقصى سيارات الأسرة الشمسية ، وقد حسب المنجمون المسار الذى يجب أن يتبعه أورانوس بعد أن أدخلوا فى حسابهم قوى جاذبيات الشمس وجميع السيارات الأخرى المعروفة ، لكنهم وجدوا أن أورانوس لا يلتزم الفلك الذى قدّروه له التزاما دقيقا . عندئذ بدأوا يشتبهون فى أنه لابد أن يكون هناك سيار آخر غير معروف يجذب أورانوس فيقصيه عن مساره ، وفرض الفلكيان الشابان أدمز الانجليزى الكمبردجى ولفرييه الفرنسى الباريسى على نفسيهما حل المعضلة واكتشاف أى سيار هذا وأين يجب أن يكون لكى تفسر قوة جذبه سلوك أورانوس الشاذ . وقد تبين لما آن الأوان أن السيار المسبب للاضطراب موجود فى نفس الموضع الذى تنبأ به أدمز ولفرييه بالضبط تقريبا وهو يعرف الآن بالسيار نبتون .

وحديثا أعاد التاريخ نفسه وتكرر الموقف عينه إذ أن أورانوس ظل غير ملتزم بدقة مساره المتنبأ به حتى بعد أن روعيت فى الحساب قوة جذب نبتون وبدأ الفلكيون يشتبهون فى أنه لابد أن يكون هناك سيار آخر أبعد من نبتون نفسه يجذب أورانوس فيخرجه عن مساره ، وفى هذه المرة كان الرجل الذى حسب كيف يجب أن تكون حركة السيار الجديد المزعوم أمريكيا هو

الأستاذ برسفال لوول بمرصد فلا جستاف بأريزونا . وبعد بحث استمر ١٥ سنة — ويا للأسف بعد موت لوول — اكتشف السيار فى مارس سنة ١٩٣٠ قريبا قريبا لا بأس به من المكان الذى تنبأ لوول بأنه لا بد موجود فيه ، كما ظهر أنه متحرك حركة قريبة جدّا من الحركة التى تنبأ له بها . هذا هو السيار بلوتو الذى اكتشف حديثا والذى يبعد عن الشمس قدر بعدنا عنها نحو ٤٠ مرة — وهو من عظم التوغل فى الفضاء بحيث يستغرق فى إتمام سياحته حول الشمس ٢٥٠ سنة ، ومن البعد عن ضوء الشمس وحرارتها بحيث يرجح جدا أن لا تكون مياهه هى المتجمدة كلها فحسب بل جوّه أيضا لا بد متجمد ، إن كان له جوّ .

ولقد كان اكتشاف كل من أقصى السيارات هذين وهما نبتون وبلوتو نتيجة الثقة التى يستشعرها الفلكيون فى قانون الجاذبية ، وكان فى اكتشافهما تبرير كاف لهذه الثقة . ولو أننا سئلنا عن سبب اعتقادنا فى قانون الجاذبية فربما كان أبسط جواب نستطيع أن نجيب به هو أنها تمكننا من اكتشاف سيارات جديدة ، وإن كان أقرب من هذا الى الاقناع أن يجاب بأن هذا القانون يمكننا من التنبؤ بحركات جميع السيارات المعروفة .

وزن النجوم

لم نتكلم للآن إلا عن مستعمرة الأجسام الصغيرة التى نسميها المجموعة الشمسية ، لكنا نرى بعيدا جدا فى أعماق الفضاء — أبعد من نبتون وبلوتو وأقصى حدود المجموعة الشمسية — مستعمرات أخرى مكتظة هى من

البعد عنا بحيث لا سبيل لنا إلى أن نبصر فيها أجساما صغيرة كالسيارات والمذنبات حتى ولو كان لها وجود، لكننا نرى طوائف من النجوم لا تتفرق بل تظل فى الفضاء متجاورة متقاربة، ومن الطبيعى أن نحدس أن الجاذبية هى التى تربط بعضها ببعض، شأن الأسرة الشمسية .

وتتألف المستعمرة التى يظن أنها أقرب من كل ما سواها من ثلاثة نجوم اثنين على جانب من اللمعان لا بأس به وواحد فى غاية الضعف (ص١٠٤ بعد) لكن هناك مستعمرات أبسط حتى من هذه . وأبسط نوع من هذه المستعمرات وهو الذى نصفه "بالمجموعة الثنائية" يتركب من نجمين اثنين فقط يدور كل منهما فى فلك حول الآخر كطفلين يدوران ويرقصان وكل منهما ممسك بيدى زميله، أو كزميلين فى "رقصة الفالتس" فهما يتحركان بالضبط كما لو كانا متماسكين بقوتى الجذب اللتين بهما يؤثر أحدهما فى الآخر شأن الأرض والقمر، أو الشمس والأرض ، ومن هذا نستنتج أن قوة الجاذبية هى التى تربط بينهما . وفى استطاعة الفلكى وهو يرقب حركة النجمين أحدهما حول الآخر أن يحسب المقدار الذى يجب أن تكون عليه قوة التجاذب بينهما لتحول دون انفصالهما ، وبهذه الطريقة نعلم أوزان البعض من النجوم على الأقل .

والنتائج التى نصل اليها ممتعة إذ يتضح أن شمسنا ذات وزن متوسط تقريبا أو لعلها فوق المتوسط بقليل . وإذا نظرنا الى النجوم جملة تبين أن مدى الاختلاف فى أوزانها صغير وإذا شبهنا الشمس بالرجل المتوسط الوزن فان

معظم أوزان النجوم تقع على هذا التشبيه بين الصبى والرجل الثقيل الوزن . ومع ذلك هناك قليل من النجوم الشاذة لها أوزان شاذة تماما ، فالمستعمرة الرباعية رقم ٢٧ من كوكبة الكلب الأكبر يبلغ مجموع أوزان نجومها الأربعة حسب ما يعتقد البعض قدر وزن الشمس نحو ألف مرة وإن كان هـذا ليس بالثابت . وهناك مجموعة ثنائيـة عادية وهى نجم بلاسكت وزنها الكلى أكثر من وزن ١٤٠ شمسا كما يعتقد البعض مستندا هذه المرة الى أدلة لا بأس بها، لكن وجود أوزان عظيمة كهذه أمر استثنائى محض فمن النادر جدا أن نجد نجما وزنه قدر وزن الشمس عشر مرات ولم يعثر للآن على نجم هو من الصغر بحيث يبلغ وزنه عُشر وزن الشمس . من أجل ذلك كان مدى تغير أوزان النجوم بوجه عام جد معتدل .

القدرة الشمعية (١) للنجوم

وعلى عكس ما يظهر فى النجوم من تقارب فى الوزن يظهر فيها اختلاف واسع المدى فى القدرة الشمعية . فالشعرى اليمانية مثلا وهى ألمع نجم فى السماء كلها يقع بجانبها نجم غامض تماما لا يبعث الينا من الضـوء إلا نحو جزء من عشرة آلاف من المقدار الذى تبعث به الشعرى فهو من الخفاء ومن الاحتجاب فى ضوء نور الشعرى الساطع بحيث لم يكتشف إلا فى سنة ١٨٦٢، والمسألة ليست مسألة نجم يبـدو أخفى من آخر لأنه أبعد منه فان هذا النجم الصغير هو والشعرى اليمانية يكونان مجموعة ثنائية من النوع الذى وصفته منذ لحظة

(١) (Candle-power) قوة الانارة مقدّرة بالشمعة .

فهذا النجم الخفى لا يتحرك فى خط مستقيم عبر الفضاء وإنما يدور ثم يدور حول الشعرى، ألمع النجمين ، وهذا دليل على أنه واقع فى قبضة جاذبيتها الى الأبد، وبذلك نستطيع أن نثق بأن النجمين على بعد منا يقرب جدا من أن يكون واحدا وأن النجم الخفى هو خفى لا فى الظاهر ولكن فى الواقع ، فهو صغير القدرة الشمعية .

بل إن هناك حالات معروفة لمفارقات أدعى أن تبهرنا ، فالنجم اللامع المسمى بالشعرى الشامية (أو الغميصاء) له رفيق خفى يبعث من الضوء أقل من جزء من مائة ألف جزء من الضوء الذى تبعثه الشعرى الشامية نفسها ، والميرة أو (و قيطس) لها أيضا رفيق خفى (أنظر صفحة ٩٩) لا يبعث من الضوء إلا مثل هذا الكسر الصغير جدا مما يبعثه النجم الرئيسى وإذن لا شك فى صحة القول بأن « نجما يختلف فى البهاء عن نجم » وليس هذا راجعا الى مجرّد كون أحد النجمين أبعد عنا من الآخر .

على أننا لا نستطيع عادة أن نوازن بين اللمعان الذاتى — أو القدرة الشمعية — لنجمين إلا اذا عرفنا بعديهما . عندئذ فقط نستطيع أن نحكم على الاختلافات الظاهرية فى اللمعان الى أى حدّ هى راجعة الى مجرّد الاختلافات فى البعد والى أى حدّ هى راجعة الى الاختلافات الذاتية فى القدرة الشمعية .

ولما كنا نعرف أن بعد الشمس عن الأرض يبلغ ٩٢٫٩٠٠٫٠٠٠ ميل أصبح فى وسعنا أن نحسب القدرة الشمعية التى لابد أن تكون للشمس حتى تضىء

الأرض كما تفعل الآن على ذلك البعد العظيم ، فنجد أنها يجب أن تبعث من الضوء قدر ما تبعثه ٣،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠ شمعة .

والشعرى اليمانيـة أبعد عنا من الشمس بأكثر من نصف مليون مرة فبينما يصل الضوء الينا من الشمس بعـد ثمان دقائق إذا به يستغرق ثمـانى سنوات حتى يصل الينا من الشعرى ، وباستخدام هذه المعلومات نسـتطيع بالطبع أن نحسب القدرة الشمعية الفعلية لكل من الشعرى اليمانية ورفيقها فيتضح أن الشعرى نفسها نجم ساطع إلى حدّ غير عادى فقدرته الشمعية قدر قدرة الشمس الشمعية ٢٦ مرة ، وقدرته على إشعاع الحرارة تكاد تكون فى مستوى قدرته على إشعاع الضوء ، فاذا حلت الشعرى اليمانية محل الشمس بغأة فسرعان ما تمحى بالغليان أنهارنا ومحيطاتنا بل وقاراتنا الجليدية التى حول القطبين واذن تنتهى الحياة من على سطح الأرض . وبعكس ذلك نجد رفيق الشـعرى ضعيف الاضاءة جدّا حتى ولو قارناه بالشمس فان قدرته الشمعية جزء من أربعمائة جزء من قدرة الشمس . فلو وضع هـذا النجم مكان الشمس ولم يكن لدينـا أى مصـدر آخر للضوء والحرارة فان الأنهـار والبحار حتى فى أحرّ أجزاء سـطح الأرض تصير فى الحال جمدا صلبا على حين يتكاثف جوّنا إلى هواء سائل .

ومع ذلك فهذان النجمان المركبان لمجموعة الشعرى اليمانية لا يمثلان بأية حال أقصى الاختـلافات التى نشاهـدها فى السماء ، فأخفى نجم عرف وهو رقم ٣٥٩ من كتالوج ولف أخفى مائة مرة على أقل تقـدير حتى من رفيق

الشعرى اليمانية. وفى النهاية الأخرى من السلم نجد نجما "متغيرا" (أى يتفاوت فى اللمعان على الدوام) هو النجم صـ دوارد(١)، ومتوسط قدرته الشمعية تزيد بسهولة على عشرة آلاف قدرة الشعرى اليمانية وعلى ٣٠٠ ألف قدرة شمسنا ، وقدرته الشمعية فى ألمع حالاته قدر قدرة الشمس أكثر من ٥٠٠,٠٠٠ مرة أى أنه يصب من الشعاع فى دقيقة واحدة قدر ما تصبه الشمس فى سنة كاملة. فلو بلغت الشمس بغأة فى نشاطها مبلغ نشاط هذا النجم فإن حرارتها المتناهية سرعان ما تبخر جميع الأرض وما عليها من أجسام نحن من بينها . واذا شبهنا الشمس بشمعة واحدة تحتم علينا أن نشبه هذا النجم بضوء كشاف شديد القوة، فى حين نشبه النجم الخفى ٣٥٩ ولف بيراعة ضوءها غاية الضعف .

أقـدار(٢) النجـوم

ينساب الشعاع من الشمس بانتظام من جميع سطحها المترامى الذى هو قدر سطح الأرض ١٢ ألف مرة تقريبا ، فمن الطبيعى أن نعجب ما عظم سطوح النجوم الأخرى التى تصب مثل هذه المقادير المختلفة من الشعاع . فمثلا ما بال صـ دوارد إذ يصب من الشعاع قدر ما تصب الشمس ٥٠٠,٠٠٠ مرة ؟ هل سطحه قدر سطح الشمس ٥٠٠,٠٠٠ مرة أو أنه يصب من كل ياردة مربعة على السطح قدر ما تصب الشمس من مثله ٥٠٠,٠٠٠ مرة أو ماذا ؟ لنا أن نسلك فى الإجابة عن هذا السؤال أحد سبيلين : إما أن نحاول

(١) S. Doradus تستخدم الحروف الأفرنكية العادية فى تسمية النجوم بعد استنفاد الحروف اليونانية راجع صفحة ١٤ ثم صفحة ٢١١ .

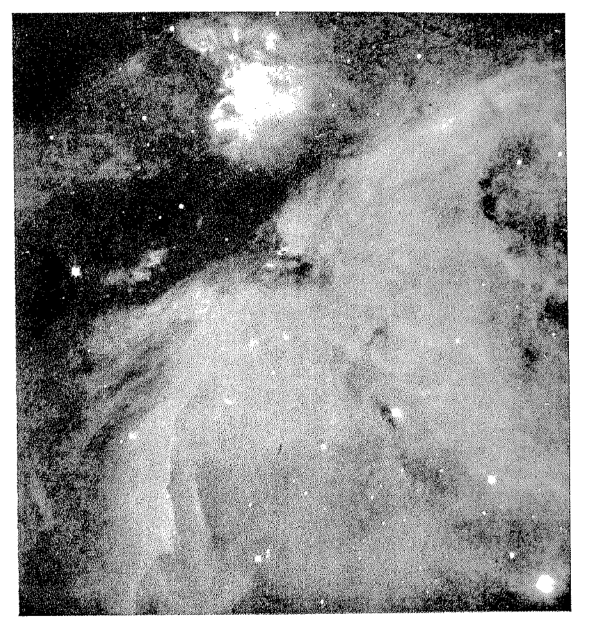
(٢) Sizes .

معرفة قدر صرح دوارد مباشرة وإما أن نحاول اكتشاف مقدار ما يصبه من الشعاع من كل ياردة مربعة من سطحه ثم نستنتج قدر حجمه من مقدار الشعاع الكلى الذى نعرف أنه ينبعث منه . ومما يؤسف له أن هناك صعوبات عظيمة تقوم فى سبيل قياسنا أقدار النجوم مباشرة . إننا عند ما ننظر الى سيار من مراقبنا نراه قرصا مستديرا كالقمر لكن أصغر . ولو كان فى استطاعتنا أن نقترب من النجوم اقترابا كافيا لتبدّت لنا هى الأخرى أقراصا مستديرة كما تفعل الشمس . لكن الشمس هى النجم الوحيد الذى يبدو حتى فى أضعف المراقب قرصا ذا قدر مذكور، أما جميع النجوم الأخرى فهى أبعد من أن نستطيع تبين أقراصها، فنحن إنما نراها نقطا ضوئية فى مثل رأس الدبوس ولذا لا نستطيع قياس أقدارها مباشرة .

على أن هناك حالتين تشذان عن هذه القضية العامة فان أبرع الآلات التى يستخدمها الفلكيون وهى مقياس التداخل تمكننا من قياس الأقدار الحقيقية لعدد قليل من أكبر النجوم بالرصد المباشر، إذ يصح أن يقال إنها بكيفية معقدة للغاية تكبر الأقراص الدقيقة للنجوم الى درجة تمكننا من قياسها .

وهناك مجال آخر تمكننا فيه نظرية النسبية لأينشتين، وهى أبرع نظرية طبيعية يستخدمها الفلكيون، من تقدير أقدار أصغر النجوم بواسطة القياس المباشر . ولم تطبق هذه الطريقة للآن إلا على نجم واحد هو رفيق الشعرى اليمانية .

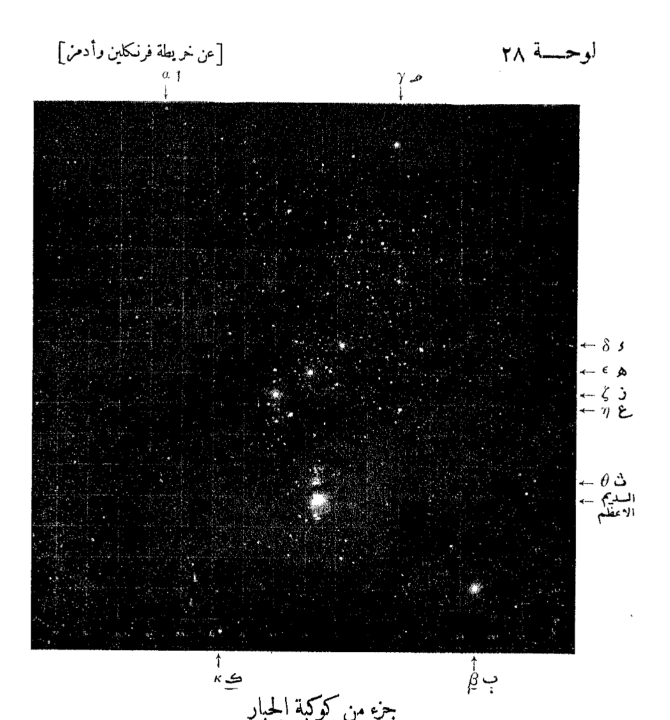
على أن عدد النجوم التى يمكن قياس أقدارها باحدى هاتين الطريقتين فى غاية القلة ، وعلينا فيما عدا هذا العدد القليل عند حل مسألة الكيفية التى



السديم الأعظم فى الجبار

هذا ما هو إلا الجزء الأوسط من سديم مترام (انظر صفحة ١٢٨) يمتدّ على الجزء الأكبر من كوكبة الجبار . وسيدرك القارئ أنه مكبر جزء لوحة ٢٨ الذى أشير الى وقوع ث والسديم الأعظم فيه

لوحة ٢٨ [عن خريطة فرنكلين وأدمز]



جزء من كوكبة الجبار

تشير الأسهم الى الأنجم الرئيسية : أ هو المارد الأحمر الهائل منكب الجوزاء (صفحة ٩٠) ب هو (الرجْل) (صفحة ١٨٥) وهو من أضوأ النجوم المعروفة وقدرته الشمعية قدر قدرة الشمس نحو ١٥٠٠٠ مرة و حـ وكذلك د ، هـ ، ز ، وهى نجوم حزام الجبار الثلاثة ، كلها نجوم زرقاء شديدة الحرارة ومثلها فى ذلك ع ، ك وأشد منها حرارة ث وهو نجم رباعى وسط السديم الأعظم ربما بلغت درجة حرارة سطحه ٥٠٠٠٠° فرنهيتية (نحو ٢٧٧٥٠ مئوية)

(قارن هذه بلوحة ٣ المقابلة لصفحة ١٣)

بها تبعث النجوم طاقتها أن نطرقها من الطرف الآخر أى بمحاولة اكتشاف مقدار الطاقة التى تبعثها من كل ياردة مربعة من سطحها . والطريق لحسن الحظ فى هذه الحالة واضح .

ألوان النجوم

لنبدأ بأن نفرض أننا أخذنا صورة فتغرافية لفريق كرة قدم بلباسه الأحمر والأزرق . إن كل إنسان يعرف أن الأزرق يظهر فى الصورة أبيض تقريبا فى حين يظهر الأحمر أسود تقريبا ، وسبب ذلك أن الآلة المصوّرة إذا قورنت بشبكية عين الإنسان كانت حساسة جدّا بالأزرق غير حساسة بالأحمر الى حدّ كبير . والآن نجدها تفعل مثل هذا بالنجوم . صوّر أى جزء شئت من السماء فإن بعض النجوم تظهر فى الصورة ألمع من حقيقتها فى حين أن نجوما أخرى تظهر أضعف من حقيقتها ، وسبب ذلك بالطبع أن النجوم مختلفة الألوان فبعضها أشدّ زرقة من المتوسط والبعض أشدّ منه حمرة ، والآلة المصوّرة تحابى النجوم الزرقاء وتظلم الحمراء . وهناك مثل ظاهر لهذا فى لوحة ٢٨ وهى صورة فتغرافية لجزء من كوكبة الجبار ، فالنجم الخفى المشار إليه بالسهم الذى فى أقصى اليسار هو منكب الجوزاء أو ألف الجبار الذى يبدو لأعيننا ثانى نجم فى اللمعان فى الكوكبة كلها والثانى عشر فى اللمعان فى السماء كلها ، ومع ذلك فالآلة المصوّرة تبديه لنا أضعف كثيرا من الثلاثة النجوم المكوّنة للحزام لأنه يشرق بضوء أحمر قانى ، أما تلك النجوم الثلاثة فتبدو لأعيننا أضعف منه كثيرا لكن الآلة المصوّرة تراها نجوما غاية فى الفخامة لأنها بالمصادفة تبعث ضوءا أزرق . وهذا

يعطينا بداهة طريقة لاكتشاف ألوان النجوم . وقد وجدوا أن لون النجم يمكن أن يعرف بدقة لا بأس بها من الكيفية التى تظهره بها الآلة المصوّرة، وهناك أيضا طرق غير هـذه وهى لحسن الحظ تؤيد الرواية التى ترويها آلة التصـــوير .

والسبب فى اختلاف ألوان النجوم هو اختلاف درجات حرارتها ففى خلال تسخين الحدّاد حدوة الفرس يتغير لونها بالتدريج فيكون فى مبدأ الأمر أحمر أدكن ثم يصير أحمر ناصعا ثم يصير أصفر وفى النهاية يصير أبيض تقريبا ، وفى اللون دلالة على درجة حرارة الحـديد . كذلك إذا أراد العامل فى مصنع أن يقدّر حرارة فرن لم يجد طريقـة أيسر ولا أقرب من أن ينظر الى لون الضوء المنبعث منه، فاللون البرقوقى الأدكن الضعيف يدل على درجة حرارة خاصة، والأحمر الأدكن يدل على درجة أخرى ، والأحمر اللامع يدل على ثالثة وهلم جرا ، وهناك آلات مصنوعة بحيث تعطى بالضبط درجة الحرارة داخل الفرن بواسطة اختبار ضوئه .

بنفس هذه الطريقة يستطيع الفلكى أن يكتشف حرارة النجوم فانهـا تبدى عن سلسلة كاملة من الألوان : من الأحمر الأدكن الى الأصفر والأبيض الى الأزرق والبنفسجى الناصعين ، وسلسلة درجات حرارتها تزداد فى العظم تبعا لألوانها فأقل النجوم حرارة هى الحمـراء الدكناء وتبلغ درجة حرارتها نحو ١٤٠٠° مئوية ، والنجوم المصفرة ضعف هذه فى الحرارة على الأقل وبعـد هـذه تأتى النجوم التى كالشمس وتبلغ درجة حرارتهـا حوالى ٥٥٠٠° مئوية

أو ١٠٠٠٠° فرنهيتية وهكذا حتى نصل الى أشدّ النجوم حرارة وتبلغ درجة حرارتها ما قد يكون ٧٠٠٠٠° فرنهيتية (٣٩٠٠٠° مئوية) .

والمدى المشاهد من درجات الحرارة — من نحو ٢٥٥٠° الى ٧٠٠٠٠° فرنهيتية (من نحو ١٤٠٠° الى ٣٩٠٠٠° مئوية) — عظيم جدا ومعظمه بعيد عن كل مايعرف على الأرض ، ومع ذلك فانا نستطيع أن نحسب مقدار الشعاع المنبعث من مساحة معلومة فى كل درجة من درجات الحرارة هذه . ونتائج ذلك تسترعى وتبهر فالسطح عند درجة ٣٩٠٠٠° مئوية يبعث من الطاقة مقدارا هو من العظم بحيث ان القدرة اللازمة لتسيير سكك حديد العالم كله يمكن الحصول عليها منه من مساحة أقل من تلك التى تقوم عليها قاطرة واحدة ، فكل بوصة مربعة من سطح تلك درجة حرارته تخرج قوة تكفى لتسيير باخرة من بواخر المحيطات مثل موريتانيا بأقصى سرعة لها باستمرار . ومن جهة أخرى فالبوصة المربعة من سطح درجة حرارته ١٤٠٠° مئوية — وهى درجة حرارة أبرد نجم معروف — لا تكاد تخرج قوة كافية لتسيير قارب من قوارب التجديف . واذا قارنا مساحة من السطحين بمثلها تبين أن أشدّهما حرارة تبعث من الشعاع قدر ما تبعث الأخرى ٣٠٠,٠٠٠ مرة وبناء على ذلك يجب أن تكون مساحة سطح النجم الذى فى درجة الحرارة المنخفضة قدر مساحة سطح النجم الذى فى درجة الحرارة العالية ٣٠٠,٠٠٠ مرة كيما يستطيع أن يخرج من الشعاع قدر ما يخرج النجم ذو الدرجة العليا .

وهذا فى ذاته يشير الى أن النجوم يجب أن تكون مختلفة جدّا

فى أقـدارها ، فلكى تكون النجوم الحمراء الدكناء ذات قدرة شمعية معقـولة يجب أن تكون هائلة لان قدرتها الشمعية لكل بوصة مربعة صغيرة جدا . والواقع أن بعض هذه النجوم الحمراء الدكناء ذات قدرة شمعية مخيفة وتبعث كذلك بمقادير عظيمة من الحـرارة . فمثـلا يبلغ الشعاع الكلى من الضـوء والحرارة مجتمعين لمنكب الجوزاء أو ألف الجبار الذى ذكرناه منذ لحظة قدر إشعاع الشمس ٦٠٠٠ مرة . ولما كان النجم أحمر أدكن لم يمكن للبوصة المربعة منه أن تبعث من الشعاع قدر ما تبعثه البوصة المربعة من سطح الشمس ، وعلى ذلك يجب أن يكون سطحه أكبر من ٦٠٠٠ مثل سطح الشمس بكثير .

واذا كنا نستطيع من لون منكب الجوزاء أن نقدّر درجة حرارته بالضبط فاننا نستطيع أن نحسب مقـدار الشعاع الذى تخرجه كل بوصة مربعة من سطحه وبذا نستطيع أن نكشف عن عدد البوصات المربعة اللازمة لارسال الشعاع الكلى الذى شوهـد أن النجم يشعه — أى نستطيع بالاختصار أن نقدّر مقدار كبره . وهذه الطريقة يمكن بالطبع تطبيقها على كل نجم آخر تنبئنا درجة الحرارة المشاهـدة عن مقدار الشعاع المنبعث من كل بوصـة مربعة من سطحه واذا كنا نعرف الشعاع الكلى حصلنا بقسمة بسـيطة على مجموع البوصات المربعة التى يحتويها سطحه .

وقد أشرنا فيما تقـدّم الى الطريقتين اللتين بهما يمكن أن نقيس مباشرة أقدار عدد صـغير من النجوم وفى كل مرة قيس فيها قـدر نجم من النجوم باحدى هاتين الطريقتين كانت النتيجة قريبة جدا من القيمة المحسوبة وهى

القيمة التى نحصل عليها بقسمة الشعاع الكلى للنجم على الشعاع المنبعث من البوصة المربعة من سطحه وهذا يخولنا كل حق فى أن نستشعر الثقة فى الطريقة التى نبنى عليها الحساب .

والآن نلاحظ أن تلك الحسابات تؤدى إلى نتائج تسترعى وتبهر، فانها تبين أن النجوم تختلف فى الأقدار أكثر من اختلافها فى الأوزان أو فى درجات الحرارة بل أكثر من اختلافها فى القدرة الشمعية . فأصغر النجوم التى اكتشفت للآن وهو نجم ڤان مانن (Van Maanen) إن زاد قدره عن الأرض فلا يزيد إلا قليلا جدا فمليون من مثل هذا النجم يمكن أن يزج به فى الشمس ويبقى محل لغيره وهذا يجعل الشمس تبدو نجما كبيرا ، لكن هناك نجوما أخرى كمنكب الجوزاء هى من العظم بحيث يمكن أن يزج فيها بملايين كثيرة من نجوم كالشمس فى الكبر وزيادة ، فهى من العظم بحيث لو وضعت إحداها فى موضع الشمس لوجدنا أنفسنا فى داخلها لأن نصف قطرها أكبر من نصف قطر فلك الأرض . فلنتصور مرة أخرى أن الشمس تمثلها حمصة عندئذ يكون أصغر النجوم مثل نجم ڤان مانن هباءة من التراب هى من الصغر بحيث أن ثمانين منها لا تكاد تغطى نقطة نون من هذه الكتابة فى حين تكون النجوم الكبرى كرات فى حجم العربات .

من ذلك نرى أن متحف السماء يحوى مدى واسعا من المعروضات ، وليس لنا إلا أن نعجب ما أصل هذا الحشد المدهش وما معناه . لماذا كانت النجوم متشابهة كل هذا التشابه فى أوزانها ومتباينة كل هذا التباين فى كل ما عدا ذلك ؟ الى هذا السؤال سنوجه النظر فى الفصل التالى .

الفصل الخامس

تنوّع النجوم

قد رأينا كيف أن مدى اختلاف ما بين النجوم فى القدرة الشمعية هو كالذى بين اليراعة و بين الضوء الكشاف، فى حين أن المدى الذى بينها فى القدر هو كالذى بين هباءة من التراب و بين العربة، أما المدى الذى بينها فى الأوزان فأقل من هذا كثيرا لكنه مع ذلك قدر ما بين الريشة وكرة القدم تقريبا . والشمس من كل وجه فى مكان وسط، وليس من المنتظر أن تصيب الوسط بالضبط من كل ناحية لكنها لا تخطئه أبدا إلى حدّ كبير . وإذا عبرنا عن ذلك بصورة أخرى أقل إطراء للشمس قلنا إنها لا تتميز مطلقا فى أية ناحية من النواحى سواء فى الوزن أو القدر أو درجة الحرارة أو القدرة الشمعيــة .

ومع ذلك فمن الواضح أننا لا نعلم إلا قليلا عن الطبيعة العامة للنجوم من مجرّد ذكر النهايات وذكر نجم واحد يمثل المتوسط . إننا لن نعرف كثيرا عن تعداد سكان انجلترا إذا لم يذكر لنا سوى طول أقصر قزم فيها ووزنه وطول أطول رجل ووزنه وسوى أن رجلا معينا فيها طوله خمسة أقدام وتسع بوصات يمثل المتوسط الشائع للرجل الانجليزى من جميع النواحى . إننا فى حاجة إلى معرفة فيها تفصيل عن تقسيم النجوم حسب أقدارها وأوزانها وقدرتها الشمعية .

هب أن جميع الكلاب المتقدمة الى أحد المعارض قد أفلتت من قيادها وأكلت بطاقاتها وكان لابدّ من إعادة تصنيفها، فقد يظن الشخص الذى لا خبرة له بها أن من الضرورى تصنيفها عدّة مرات حسب الوزن أولا ثم حسب لون الفروة ثم تبعا لطول الفروة وهلم جرا . أما الخبير فيشرع فى الحال يعمل لتصنيفها تبعا لسلالاتها . وستختلف أفراد كل سلالة اختلافا مذكورا فى الوزن واللون والفروة ولكن مهما بلغ اختلافها فانه لن يبلغ الاختلاف بين الكلاب أجمعها .

ثلاثة أنواع من النجوم

كذلك الحال بالنسبة للنجوم الى حدّ كبير. إنها تبدو للرائى العادى مجموعة قد اختلط فيها الحابل بالنابل لكن الفلكى الخبير يعلم أن فى الامكان تقسيمها الى أنواع متميزة بنفس الدقة تقريبا التى بها تقسم الكلاب فى معرض الكلاب . وهناك فى الواقع سلالات من الكلاب لا يكاد يحصى عددها، أما النجوم فليس لها سوى ثلاثة أنواع رئيسية تميز على الأخص بأقدارها . وينبغى ألا نقارن النجوم بمعرض قد أفلتت كلابه كلها من قيادها وإنما نقارنه بثلاثة أصناف فقط : صنف الكلاب الصغيرة جدا وصنف الكلاب المتوسطة القدر وصنف الكلاب الكبيرة جدا . وليست المقارنة تامة بالطبع فالسماء ليست على هذه الدرجة من البساطة ، وأهم ناحية تفشل فيها المقارنة هى أن هناك انتقالا تدريجيا بين أكبر صنفين من الثلاثة ، فى النجوم وفى الكلاب ، لكن ليس هناك فى حالة الكلاب حسب مبلغ علمنا فى الوقت

الحاضر مثل هـذا التدرّج بين أى هذين الصنفين والصنف الثالث صنف الكلاب الصغيرة جدا .

وقبل أن نعالج تصنيف النجوم كما هى الى هذه الأصناف الثلاثة يحسن أن نحاول أن نفهم كيف وجدت النجوم . وأوّل مانتساءل عنه فى هذا الصدد لماذا انقسمت النجوم مطلقـا الى أنواع متميزة ؟ إن معرفتنا بتركيب الذرّة تمـدّنا فيما يظهر على الأقل بجواب جزئى لهذا السؤال : لقد لاحظنا أثنـاء رحلتنا فى الصاروخ داخل الشمس أن الذرّة العادية تتركب من نواة فى الوسط مصفوف حولهـا عدد من الكهارب الدقيقة التى تكاد تكون عديمة الوزن أما عنـد درجات الحرارة التى اعتدناها على سطح الأرض فالنواة تمسـك كهاربها جميعا بقبضة قوية ، فاذا ازدادت الحرارة الى مثـل القدر الذى ألفيناه فى جوّ الشمس تأخذ أبعـد الكهارب عن النواة تفلت من قبضتها حتى إذا وصلنـا الحرارة البالغـة التى فى مركز الشمس وجدنا الكهارب قد أفلتت كلها فيما عدا حلقة داخليـة مكوّنة من كهربين واقعين فى قبضـة قوية قوّة ممتازة : قبضة هى من القوّة بحيث تستطيع أن تتحدّى الحرارة وإن بلغت ٤٠ مليون درجة .

الأقـزام البيضاء

على أن هناك نجوما معروف أن درجة حرارة مراكزها قدر درجة حرارة مركز الشمس عشرة وعشرين بل وقد تصل الى خمسين مرة . وليس هناك نواة تسـتطيع أن تقبض على كهاربها بقوّة فى طوقها ان تصمد لمثل هـذه

الحرارة ، و إذن فكل ذرّة فى مراكز تلك النجوم منحلة تمـام الانحلال ، وتتركب المـادة الوحيدة التى فيها ممـا يصح أن نسميه ذرّات مسحوقة وهى مجرّد حشد غير منتظم من نويات وكهارب تتدافع على غير هدى هنا وهناك فى جميع الجهات من غير أى اقتراب من تماسك ؛ تلك هى المـادة فى أبسط حالاتها غفلا من أى تشكل ، وهى حالة لا عهد لنا بها على سطح الأرض ولذا يصعب أن نجد كلمة مفردة نصفها بها ، فهى مادة تشبه الغاز فى كونها تتركب من عدد من الجسيمات الدقيقة التى تتحرك كل واحدة منها مستقلة عن البقية ، لكن تلك الجسيمات محشورة حشرا نكون معـه أحسن تصويرا لها لو قارنا مادتها بسائل كالمـاء أو الزئبق .

والذرّة الكاملة غير المنحلة تشبه المجموعة الشمسية مصغرة ، فالنواة الوسطى الكثيفة هى الشمس والكهارب هى السيارات ، كذلك تشبه المجموعة الشمسية فى أنها تتركب فى أغلبيتها من فضاء خلاء . وقد رأينا فيما مضى مقدار صغر الشمس والسيارات بالنسـبة لمقادير أبعاد بعضها عن بعض ، وركّبنا نموذجا لمجموعتها بوضع حمصة و بذرتين صغيرتين و بعض حبات رمل و بعض هباءات من تراب فى ميدان بيكادللى وقـد احتجنا لهـذا الميدان كله لتمثيل "فضاء" المجموعة الشمسية ، لكن طفلا صغيرا يستطيع أن يحمل كل "مادة" النموذج فى يديه فان كل ما عداها فضاء خلاء . كذلك شأن الذرّة إذا مثلنا الفراغ الذى تشغله بميدان بيكادللى ، فمكوّناتها المـادّية ــ النواة والكهارب ــ يمثلها على الأكثر بضع بذور صغيرة هى الأخرى يمكن جمعها فى حيز صغير جدا من الفضاء .

ففى مراكز أحر النجوم كلها تكون المكوّنات الدقيقة للذرّات مكدسة محشورة، وبعد أن تفكك الحرارة القاسية الذرة الى النواة والكهارب التى كانت تكوّنها يأتى دور الضغط العظيم المتولد عن وزن بقية النجم كله فيزيد فى حشر تلك المحتويات بعضها قريبا من بعض فتتكدس مادة النجم فى حيز صغير صغرا مدهشا ولذا كان النجم صغير القدر جدا .

وهذه الطريقة فى تكديس مادة النجم تعطينا أصغر أصناف النجوم، ذلك الصنف الذى يصفه الفلكيون (بالأقزام البيضاء)، ومن الأمثلة المتطرفة لها نجم ڤان مانن (صفحة ٩١) الذى ليس بأكبر من الأرض . ومثال آخر أقل تطرفا رفيق الشعرى الخفى (صفحة ٨٢) إنه قدر الأرض نحو ثلاثين مرة لكن لما كان يحتوى من المادة قدر ما تحتويه الأرض ٣٠٠,٠٠٠ مرة فلا بد أن يكون تكديسه أبلغ من تكديس الأرض ١٠,٠٠٠ مرة، ومن ذلك يتبين أن الفطرة لا تزال قادرة على أن تعلمنا شيئا فى فن التكديس، فلو استطعنا أن نكدس بضائعنا الأرضية تكديسا يقرب من تكديس تلك النجوم عند مراكزها لأمكننا أن نحمل مائة طن من التبغ فى كيس التبغ العادى وعدّة أطنان من الفحم فى كل جيب من جيوب الصدار . فاذا قارنا المادة الصلبة التى على الأرض بالذرّات المسحوقة التى تتكوّن منها تلك النجوم كانت مادة الأرض كأرفع خيوط العنكبوت، وما هى إلا نوع من بيوت العنكبوت تسبح فى الفضاء .

من أجل أن النجوم التى من هذا النوع مكبوسة الى هذا الحدّ كان على

كل جزء صغير من سطوحها الدقيقة أن يشع مقدارا عظيما من الطاقة . ويصح أن نقول بوجه عام إن كل بوصة مربعة من سطحها تبعث من الطاقة ما يبلغ نحو قدرة ٢٥٠ حصانا مقابل قدرة ٥٠ حصانا للبوصة المربعة من سطح الشمس . ولكى يخلص سطح النجم من تلك الطاقة يجب أن يكون من الحرارة عند درجة الابيضاض ، ومن هذا يتضح لنا لماذا سميت النجوم التى من هذا النوع "بالأقزام البيضاء" : أقزام بسبب صغر قدرها وبيضاء لأن حرارتها مبيضة .

نجوم التتابع الرئيسى

الأقزام البيضاء من النجوم كبيرة الشذوذ ، ومادة معظم النجوم ليست مكدسة مثلها الى ذلك الحدّ . وقد لاحظنا ونحن فى داخل الشمس ان أغلبية الذرّات لم تكن منحلة تمام الانحلال فكثير من نوياتها كانت لا تزال محتفظة بواحد أو اثنين من كهاربها مكوّنة بذلك ذرّات حقيقية ذات حجم معين وإن صغر جدّا . مثل تلك الذرّات لا يمكن أن يحشر كالمادة التى عند مراكز الأقزام البيضاء فى غير حيز تقريبا لكنها يمكن أن تكدس فى حيز أقل بكثير جدا من الذى يصح أن تكدس اليه الذرّات غير المنحلة . وعلى هذه الصورة قد تكدست الذرات عند مركز الشمس بحيث أن القدم المكعب من المادة يحتوى بعض أطنان — لا نعرف بالضبط عددها ، أما عند مركز القزم الأبيض فيحتوى القدم المكعب آلافا كثيرة من الأطنان .

والشمس ، ومادتها مكدسة بهـذه الصورة ، تمثل الصنف الغالب من النجوم وهى النجوم ذات القدر المتوسط المعروفة بنجوم "التتابع الرئيسى" وربمـا شمل هـذا النوع ٨٠ ٪ من نجوم السماء كلها ومراكز كل نجومه فى حرارة مركز الشمس تقريبا مما ينتج عنه أن ذرّاتها تحتفظ عادة بالكهربين الأقرب الى النواة لا أكثر — فيصح أن نقارنها بمجموعات شمسـية لم يبق منها فى أفلاكها سوى عطارد والزهرة .

والمـادة المنحلة بهذه الصورة وان أمكن تكديسها الى حدّ كبير لا يمكن تكديسها تكديسا يشبه فى شـدّته تكديس الأقزام البيضـاء من أى وجه ، ونتيجة ذلك أن نجوم التتابع الرئيسى كلها أكبر بمقدار يذكر من أى واحد من الأقزام البيضاء ، وليست تبدى عن اختلاف فى القدر كبير المدى . لكن اذا ضربنا عن أقدارها صفحا ظهرت لنا مختلفة اختلافا عظيما ، فمدى أوزانها يسع جميع الأوزان النجومية المعروفة ، ومدى ألوانها يسع كل طيف المعروف من الألوان من أنصع البنفسجى الى أشدّ الأحمر دكنة ومع ذلك فانها تكوّن تتابعا حقيقيا كما ينم عن ذلك اسمها . واذا ما رتبناها تبعا لأوزانها نجد أننا قد رتبناها كذلك تبعا لألوانها إلى درجة عظيمة من التقريب ، فأثقل النجوم هى أيضا أكثرها زرقة وكلمـا نقص الوزن مرّ اللون مطرد الانحـدار فى جميع الطيف من الزرقة الى الابيضاض والصـفرة الى أشدّ أنواع الاحمرار دكنة وقتمة . كذلك أيضا تتناقص القدرة الشمعية باستمرار تبعا لتناقص الوزن مارّة بجميع مدى الاضاءة النجومية من النور الكشاف الى اليراعة .

المردة الحمر

تتميز نجوم النوع الثالث بأن مراكزها أبرد بكثير حتى من مراكز نجوم التابع الرئيسى فقد تهبط درجة الحرارة فيها الى مليون أو مليونين من الدرجات وفى حالة كهذه من البرودة النسبية لا تنتزع الكهارب من الذرّة واحدة بعد الأخرى حتى لا يبقى إلا حلقة داخلية من كهربين كما هو الشأن فى الشمس بل تتخلف حلقات أخرى من الكهارب عالقة بالنواة فتبقى الذرات ذات قدر محترم لا يتيسر معه كبسها الى حدّ كبير . والواقع أنها تظهر آخذة حظها من الراحة محتفظة بمتكأ لها ومتحرّك هو من الفسحة بحيث أصبحت النجوم التى نبحث فيها الآن ذات قدر عظيم . ومن أمثل أمثلة ذلك نجم منكب الجوزاء أو ألف الجبار وهو فى الكبر قدر الشمس ٢٥ مليون مرة وإن كان من المرجح أنه فى المادة قدر الشمس حوالى أربعين مرة . ومثلٌ أكبرُ من هذا هو الميره (و قيطس) فانه من الكبر بحيث لو قذفت فيه ٣٠ مليون شمس لوَسِعها . وقد وجد حديثا أن لهذا النجم رفيق ضعيف النور من الأقزام البيض يكوّن معه مجموعة ثنائية ، ولو كانت النجوم أهل فكاهة لوجدت ما يضحك فى هذا الزوج المتباين وما هو عليه من قلة تلاؤم وتفاوت فى الحجم يفوق ما فى «الوقار والوقاحة» للاندسير، فكأنما فيل وذبابة رملية قد تأبط كل منهما يد الآخر وساحا فى الفضاء متصاحبين .

ومعظم هذه النجوم هو من الكبر بحيث يسع أحدها فى داخله مليون شمس على الأقل ، و بالرغم من أن قدرتها الشمعية مخيفة فان لها سطحا هو من

العظم بحيث أن مقدار الطاقة الذى يجب على كل بوصة مربعة أن تخلص منه صغير قد يبلغ أحيانا قوة نصف حصان فقط فى حين يبلغ نظيره على الشمس قوة ٥٠ حصانا ونظيره على بعض نجوم التتابع الرئيسى الزرقاء قوة ٥٠ ألف حصان، والسطح يستطيع أن يخلص من ذلك المقدار القليل من الطاقة بدون أن يسخن أكثر مما ينبغى ولذا يكون لونه عادة أحمر أو فى حالات أقل أصفر.

هذه النجوم يصح تسميتها بالمردة الحمر والصفر — مردة تبعا لأقدارها وحمر أو صفر تبعا لألوانها .

الطـاقة النجوميـــــة

من الواضح على ما يظهر أن التفاوت العظيم فى أقدار النجوم مقرون بتفاوت مناظر له فى حجم الذرّات فى داخل النجم، لكن اتساع مدى القدرة الشمعية ليس مفهوما بمثل هذا الوضوح. إن كل نجم يجب أن يعتبر فيما يظهر محطة قوّة هائلة تولد الطاقة داخله وتصبها فى الفضاء شعاعا من سطحه الحارّ. والمنبعث من الشمس وقدره ٥٠ حصانا لكل بوصة مربعة قد يبدو عظيما أوّل وهلة لكن يجب أن نتذكر أن البوصة المربعة من السطح هى المنفذ الوحيد للطاقة المتولدة فى كتلة كبيرة من النجم، ولما كان نصف قطر الشمس ٤٣٢٠٠٠ ميل فان كل الطاقة المتولدة فى ٤٣٢٠٠٠ ميل من المادة وراء البوصة المربعة من سطح الشمس لا بدّ لها من أن تنصب خارجة من خلال تلك البوصة المربعة، فاذا نظرنا لها من هذه الناحية لم تبد قدرة الخمسين حصانا للبوصة المربعة زائدة عن الحدّ بل العكس .

نحن نعرف أن الشعاع له وزن فلا بدّ أن يكون هناك فيض من الوزن ينصب باستمرار من كل جزء من سطح النجم. ويدل الحساب على أن الشعاع الكلى الذى ينبعث من الشمس فى الثانية يزن ٤ ملايين طن، فلا بدّ أن تنقص الشمس وزنا باستمرار بسرعة أربعة ملايين طن فى الثانية وهذا قدر السرعة التى يفيض بها الماء تحت كبرى (أو جسر) وستمنستر ١٠٠٠٠ مرة[1] فوزنها يتناقص بالضبط كما لو كان هناك عشرة آلاف فتحة فى سطحها يتدفق من كل فتحة منها نهر كامل كنهر التاميز. فالشمس فى اللحظة التى نحن فيها تزن أقل مما كانت تزنه عند ما بدأت تقرأ هذا الفصل بملايين عدّة من الأطنان وفى هذا الوقت من الغد سيكون وزنها أقل من وزنها الآن ٣٥٠٠٠٠ مليون طن، فمن أين يأتى كل هذا الوزن ؟

النجوم تفـنى مادتها

لا نعرف عن يقين للآن كيف يولد النجم شعاعه لكن المعقول جدا أن يفعل النجم ذلك بإفناء مادته كما تولد الطاقة محطةُ قوةٍ عادية بحرق الفحم . لكن عملية التوليد الجارية فى النجم أمر مختلف جدا عن مجرّد الاحتراق الذى لا يتضمن سوى ترتيب الذرّات من جديد، بل الأكثر احتمالا أن تكون العملية عملية إفناء للذرات بالفعل. فالذرّة تكون موجودة فى لحظة من اللحظات وعند اللحظة التالية تكون قد أفنيت ولا يبقى منها سوى لمعة من الشعاع الذى يكون له مع ذلك وزن الذرّة التى اختفت بالضبط .

(١) أو قدر السرعة التى يفيض بها الماء من القناطر الخيرية وقت الفيضان نحو ٧٠٠ مرة .

فان كان هـذا حقا هو أصل إشـعاع النجوم فان الشمس تفنى ذراتها بمعدّل ٤ ملايين طن فى الثانيـة أو ٣٥٠٠٠٠ مليون طن فى اليوم والنجوم الأخرى لا بدّ تفنى ذراتها بمعـدلات أخرى من نفس القبيـل تتناسب مع قدرها الشمعية المختلفـة . ولا بدّ أن تكون النجوم آخذة فى الخفة باستمرار بسبب ما تنقصه على الدوام فى الوزن ولذا ينبغى بوجه عام أن يكون أخف النجوم وزنا هو أكبرها سنا . وهناك كثير من الدلائل تشير الى أن هذا هو حقيقة الحال .

سبق أن رأينا كيف أن النجوم ذات الورن الأكبر وهى التى يجب أن نعـدّها الآن أصغر النجوم عمـرا تفوق غيرها كثيرا فى الاضاءة ، والقـدرة الشمعية للنجوم تتناقص فى العادة تبعا لتناقص الوزن لكن النجوم تفقد قدرتها الشمعية أسرع كثيرا من فقدانها الوزن . فالنجم العجوز ليس فقط أقل مادة مما كان بل ما بقى فيه من المـادة أقل مقدرة على الاشعاع مما كان ، طنا لطن . وأحسن ما نفسر به ذلك أن نفرض أن النجم يتركب من مواد مختلطة تحيل نفسها الى شَعاع بسرع مختلفة فبعض المواد تحوّل نفسها سريعا ولذا تبعث الشَعاع بسرعة كبيرة مادامت ، لكنها لا تدوم طويلا . وما دامت تلك المواد قائمة فالنجم يشع بشدّة فاذا نفدت جعلت المواد الأضعف تشـع إشعاعا أبطأ ولذا تعمر أطول كثيرا . أى أن النجم ، بعد أن يقضى شبابا قصيرا لكن عاصفا يسرف فى أثنائه فى إنفاق مادته إسرافا فاحشا ، يمكنه أن يتطلع الى شيخوخة هادئة مديدة يشع فيها طاقته باتئاد أكثر من ذى قبل . هذا

التفسير وان كان لا يصح اعتباره ثابتا ثبوتا نهائيا لا يقبل التبديل، يتفق مع الحقائق الفلكية المعروفة اتفاقا كافيا وسينفع على الأقل فى إثارة الاهتمام بالنجوم العظيم اختلافها التى نرصدها فى السماء .

أقرب النجوم

لنستبق تقسيم النجوم السابق فى مخيلتنا ثم لنستعرض باختصار أقرب جيراننا الينا فى الفضاء فلعلها تكون لنا بمثابة عينة من السماء لا بأس بها . ولو توغلنا فى الفضاء الى أبعد من هذا لحصلنا تأكيدا على عينة أسوأ لأننا نغفل عندئذ عددا عظيما من النجوم الخفيفة جدا غير المعروفة ولا المرصودة نظرا لما جمعت من بعد وضعف . اننا لا نستطيع أن نعتمد على إمكان رصد النجوم الضعيفة جدّا إلا فى الأمكنة القريبة جدّا من موطننا، وتجد فى الصفحة التالية لهذه قائمة بالستة والعشرين نجما التى هى أقرب جيراننا إلينا فى الفضاء وأمامها أبعادها مقدّرة بالسنين الضوئية ، ثم ألوانها كما تُرى من خلال جو الأرض ، والدوائر التى تأتى بعد ذلك فى العمود التالى تدل (بالتقريب) على الأقدار النسبية لهذه النجوم، ثم يبين العمود الأخير القدرة الشمعية التقريبية لتلك النجوم متخذين قدرة الشمس وحدة .

واذا فرضنا أن هذه النجوم الستة والعشرين تمثل نجوم السماء كلها خير تمثيل فانا نلاحظ فى الحال أن أغلبية النجوم أشدّ حمرة وأصغر حجما من الشمس ولذا يجب بالطبع أن تكون أقل إضاءة منها . ومن المرجح أن ليس فى الستة والعشرين نجما سوى أربعة أكبر من الشمس، وليس أضوأ منها الا ثلاثة

النّجوم	البعد بالسنوات الضوئية	اللون	القدر	القدرة الشمعية بدلالة الشمس
الشمس	—	أصفر		١
الأقرب	٤,٢٧	أحمر		$\frac{١}{٢٠٠٠٠}$
ا قنطورس	٤,٣١	كلاهما أصفر		$\frac{١}{٣}$ ، $١\frac{١}{٨}$
١٥٠٤٠ ميوخ	٦,٠٦	أحمر		$\frac{١}{٢٥٠٠}$
٣٥٩ وولف	٨,٠٧	أحمر		$\frac{١}{٥٠٠٠٠}$
٢١١٨٥ لالاند	٨,٣٣	أحمر		$\frac{١}{٢٠٠}$
الشعرى اليمانية	٨,٦٥	كلاهما أبيض		$\frac{١}{٤٠٠}$ ، ٢٦
٣ نجوم خفية جدًا	٩ إلى ١٠	أحمر؟؟		المتوسط $\frac{١}{٩٠٠}$
ت قيطس	١٠,٣	أصفر محمر		$\frac{١}{٣}$
الشعرى الشامية أو الغميصاء	١٠,٤	؟ ابيض		$\frac{١}{٢٠٠٠٠}$ ، $٥\frac{١}{٣}$
٨ نجوم خفية	$١٠\frac{١}{٢}$ - $١١\frac{١}{٢}$	كلها حمراء		المتوسط $\frac{١}{١٦}$
٦٠ كروجر	١٢,٧	كلاهما أحمر		$\frac{١}{١٤٠٠}$ ، $\frac{١}{٤٠٠}$
نجم فان مانن	١٢,٨	أبيض		$\frac{١}{٦٠٠٠}$

فقط هى ألمع أفراد مجاميع ألف قنطورس والشعرى اليمانية والشعرى الشامية (أو الغميصاء) .

ونلاحظ أن مجموعة النجوم هذه لا تحتوى بأسرها ولا واحدا من المودة الحمر أو الصفر وليس معنى هـذا أن المنطقة المجاورة للشمس شاذة بأية حال من الأحوال فردة النجوم نادرة للغاية فى الفضاء بحيث يضعف جدا احتمال وجود ولو واحد منها فى أية مجموعة صـغيرة من النجوم . فلو كان هناك بالمصادفة نجم مارد أحمر أو أصـفر فى المنطقة المجاورة للشمس ما استطعنا أن نمثله فى رسمنا إذ لا بدّ من دائرة قطرها ١٢ قدما لتمثيل النجم المـارد الأحمر المتوسط . ومن المؤكد أن من تلك النجوم الستة والعشرين ثلاثة وعشرين من التابع الرئيسى فى حين أن واحدا وهو رفيق الشـعرى الشامية الخفى مشكوك فيه — وقد يكون قزما أبيض، والنجمان الباقيان وهما رفيق الشعرى اليمـانية الخفى ونجم ڤان مانن قزمان أبيضان عن توكيد . فالعينـة التى بين أيدينـا كافية لتبيان أن الجمهـرة العظمى من نجوم السماء هى من نوع التابع الرئيسى .

هذه النجوم الستة والعشرون تحيل مادتها شعاعا بسرع مختلفة لكن معظمها أبطأ فى ذلك من الشمس وليس فيها إلا ثلاثة أنجم — فى كل من مجموعة ألف قنطورس ومجموعة الشـعرى اليمانية ومجموعة الشعرى الشامية — تتناقص بسرعة أكبر من سرعة تلاشى الشمس، وكلها لديها من مادة الانفاق أكثر ممـا لدى الشمس . فالذرّات المدّخرة فى الشمس فى الوقت الحاضر

تكفيها نحو ١٥ مليون مليون سنة على المعدّل الذى تتناقص به الآن ، لكنها قبل أن تأتى على آخر ذرّة فيها بزمن طويل لا بدّ ستكون قد وصلت الى حالة النجوم الأضعف إضاءة الأصغر حجما فتكون أبطأ كثيرا فى إشعاع مادتهـا ممـا هى الآن .

واذا أدخلنا فى حساباتنا اعتبارات من هـذا النوع ترجح فيما يظهر أن يكون لمعظم النجوم مئات من ملايين ملايين السنين ترجو أن تعيشها قبـل أن يخيم عليهـا الظلام آخر الأمر . وسواء استتبت هذه التقديرات فى النهاية أم لم تستتب فهناك شيء واحد يبدو لنا مؤكدا — هو أن الأعمـار البشرية تتلاشى تلاشـيا تاما اذا قيست بالزمن الفلكى . لقد رأينا كيف أن الأرض ليست إلا هباءة فى الفضاء والآن نرى أن أعمارنا بل وتاريخ البشر كله ليس إلا هباءة فى الزمن .

الفصل السادس

المجـــرّة

لما تكلمنا عن وجه السماء فى الفصل الأول لم تكن النجوم فى اعتبارنا إلا وراءً بعيـدًا من نقط ضوئية . وقد ساعدنا هـذا الوراء على الاهتداء فى الفضاء، فقـد رأينا كيف أمكننا تعرّف جيراننا القريبين : السـيارات وأفراد المجموعة الشمسية الأخر، بملاحظة حركاتها السريعة عليه .

وقد فحصنا منذئذ ما هى النجوم فى الواقع، وبحثنا خصائصها الطبيعية المختلفة، ووجدنا من بين ما وجدنا أنها تبـدى عن تفاوت عظيم فى القـدرة الشمعية . فبينا بعضها أضوأ من شمسنا آلاف المرات إذ بالبعض الآخر أضعف منها آلاف المرات كذلك ، بحيث لو مثلنا لشمسنا بشمعة عادية لوجب أن نمثـل لبعض النجوم بالضوء الكشاف وللبعض الآخر فى الطرف الآخر من المقياس باليراعات أو الذباب النارى .

ولم يُكتشف عظم مدى القُدَر الشمعية للنجوم إلا حديثا ، فقد ظل الناس مدّة طويلة يظنون أن النجوم كلها متقـاربة فى لمعانهـا الذاتى — كصف مصابيح أحد الشوارع — فاذا بدا نجم ضعيفا جدا فى نوره فما ذلك فى رأيهم إلا لعظم بعده . واحتج لذلك الفلكى لامبرت فى سنة ١٧٦١ بأنه لما كانت

النجوم كلها قد خلقت لتؤدّى غرضا واحدا لم يكن هناك ما يدعو الى أن يكون بعضها أضعف من بعض، فاذا بدا بعضها أخفى من غيره فليس لذلك تعليل إلا أنه أبعد منه ، وقد رأينا فيما سبق أن هذا الاستنتاج خطأ محض من أوّله إلى آخره .

تخطيط العالم

او أن لامبرت كان مصيبا، واتضح أن النجوم كلها متساوية فى اللمعان الذاتى كصف المصابيح فى الطريق، لكان علم الفلك أبسط كثيرا مما هو عليه الآن لأننا كنا نستطيع أن نستنتج فى الحال بعد النجم من لمعانه الظاهرى، وان نخطط العالم بهذه الكيفية نجما فنجما . لكن اذا أخذنا الأشياء على ما هى عليه فى الواقع فان النجم الخفى الذى نكون ناظرين اليه قد يكون ضوءا كشافا بعيدا جدا أو قد يكون يراعة قريبة جدا ، ومن الصعب أن نقول أيهما إذ لا سبيل الى ذلك إلا بقياس بعد النجم .

وقد رأينا كيف يمكننا قياس أبعاد النجوم بطريقة المساح العادية وذلك بملاحظة مقدار تغير أوضاعها تبعا لتنقلنا فى الفضاء ، لكن هذا لا ينطبق إلا على قليل من النجوم قريب جدا . إن أطول سياحة ممكنة لنا فى الكون تبلغ ١٨٦ مليون ميل ، وهى التى نقطعها فى كل ستة أشهر حين تنتقل بنا الأرض من أحد جانبى الشمس الى الجانب الآخر . ومعظم النجوم هو من البعد عنا بحيث لا ينشأ حتى عن هذه السياحة الطويلة تغير محسوس

فى اتجاهاته كما نراها، فنحن فى الواقع أمام معضـلة قياس أبعاد الأجرام عن طريق النظر إليهـا دون أن يُسمح لنا بالانتقال من مكان الى آخر . فكيف يمكننا فعل ذلك ؟

قد رأينا كيف أمكننا ذلك فى حالة صف من مصابيح الطريق بشرط أن نعرف أنها جميعا متساوية فى القدرة الشمعية ، وهذه بعينها هى الطريقة التى نستخدمها فى حالة النجوم . والنجوم بوجه عام مختلفة كثيرا فى القـدرة الشمعية ، لكن قد اكتشف حديثا أن طوائف خاصة من النجوم، سهلا تعرّفها، لها قدرة شمعية منتظمة تتخذ عيارا ،فلا تكاد تعرف القدرة الشمعية لإحداها حتى تعرف قدرة سائرها،وعندئذ يمكننا استخدام طريقة "مصابيح الطريق" لتقدير أبعادها : كلمـا كان النجم أخفى فى رأى العين كان أبعد، أو بعبارة أدق حتى من هذه : يبعد النجم عنا بقدر ما يظهر لنا أنه بعيد .

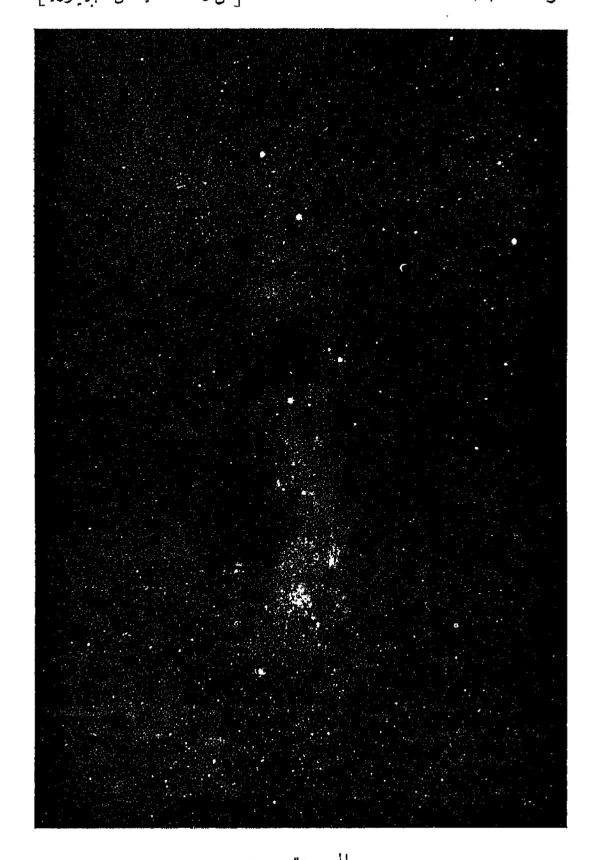
وطريقة مصابيح الطريق تفشل بالطبع إذا كان هناك نوع من ضباب أو من مادة حاجبة تتخلل الفضاء وتطفئ النور بعد أن يقطع مسافة خاصة. إننا لا نستطيع فى الليـلة ذات الضباب أن نرى فى الشارع إلا عددا قليلا من أقرب الأنوار، وليس لنـا أن نحكم على أبعادها من ضعفها البادى فأضعفها ليس من البعد بالقدر الذى قد نظنه لو لم نكن نعرف أننا نبصره من خلال ضباب. وقد أجريت أبحاث غاية فى الدقة والعناية تبين منها على ما يظهر أنه ليس فى الفضاء ضـباب كهذا إلا فى جهات قليلة خاصـة . ففى السماء عدد من الرقع السـوداء واضحة الحدود مبعثرة هنا وهناك لا نبصر فيها نجوما

مطلقا أو نبصر البعض القليل الذى يدل لمعانه على أنه قريب منا تماما ، ومن أمثلتها الظاهرة الرقعة السوداء الحالكة المعروفة " بزكيبة الفحم " التى تظهر بالقرب من منتصف لوحة ٢٩ . هذه الرقع تبدو كأنها بخوات فاغرة ، وكانت تؤوّل بأنها كذلك إذ كان المظنون أنها ثقوب فى المجوعة النجومية — كان المظنون أنها مجموعة أنفاق توصل من الفضاء الخارجى الى الأرض ، وانصباب أنفاق كثيرة كهذه على أرضنا الصغيرة لا بد أن يكون أثار الاستغراب والعجب إذ ذاك ، أما الآن فنحن نعرف أن تلك الفرج السوداء الفارغة ليست قط أنفاقا — إنما هى سحب من مادة مظلمة قريبة من موطننا قربا لا بأس به ، تمنعنا من رؤية ما وراءها من النجوم .

ومجرّد تأمل الصور الفتغرافية الحديثة يكفى لاقرار هذا التفسير ، فمثلا الرقعة المظلمة التى يشبه شكلها رأس الحصان فى لوحة ٣٠ لا يمكن تفسيرها أبدا بأنها نفق بين النجوم . إننا نرى فى لمحة أنها نوع من عائق عارض .

فاذا استثنينا الجهات القليلة التى نصادف فيها مادة حاجبة من هذا النوع بدا الفضاء الفلكى شفافا تام الشفافية ، يسيح فيه ضوء النجوم غير مقطوع ولا ممنوع إلا بتأثير البعد . و إذن فالقول عن أى طائفة خاصة من نجوم متساوية القدرة الشمعية بأن النجم منها يبعد عنا بقدر ما يظهر لنا أنه بعيد قول صحيح لا غبار عليه . وأعظم نجوم هذا النوع امتاعا للباحث طائفة تعرف بالمتغيرات القيفاوية .

 [عن و . هـ . ستيفنسن ، بريتوريا]



المجـــرّة — ١

تبين هذه اللوحة أبعد أجزاء المجرّة فى الجنوب : من قنطورس (فى أعلاها) الى السفينة (فى أسفلها) والنجمان اللامعـان قـرب أعلاها (فى الوسط) همـا أ ، ب قنطورس وتحتهما زكيبة الفحم (صفحتى ١١٠ ، ١٣٢) والى يمين هذه الصليب الجنوبى وتحته السديم المحيط بحاء السفينة وفى ربع المسافة الى أسفل بقرب الحرف الأيمن ترى الجمع الكرى ع قنطورس

[عن مرصد جبل ولسن]



التّسدُّم (Nebulosity) فى الجبـار
"رأس الحصان" جنوب ز الجبار — "دخان مدينتنا النجومية تجلّيه أنوار مدينتنا النجومية"
(أنظر صفحة ١٢٨)

المتغـــيرات القيفاوية

ضوء معظم النجوم فى غاية الثبات لكن هناك نجوما قليلة نادرة يتقلب ضوءها باستمرار من القوة الى الضعف ثم من الضعف الى القوة كما يتغير ضوء مصباح الغاز اذا وقف انسان يزيد فى فتح صنبوره وينقص . وقــد لوحظ منذ عهد بعيد أن نجما اسمه دال قيفاوس يتقلب ضوءه بطريقة خاصة غريبة جدّا كما لو كان الصنبور يغلق بالتدريج ثم يفتح بجأة باندفاع ، والنجم يكرر دورة تغيراته هذه بانتظام تام كل خمسة أيام وثلث يوم . وهناك سحابة من نجوم بعيــدة اسمها السحابة المَجَلِّيّة الصغرى (انظر لوحة ٣١) تحوى مجموعة كاملة من نجوم تشابه هذا النجم تماما تبدو جميعا متساوية اللمعان،ولمــا كانت كلها على بعد واحد فلا بد أن تكون متساوية القدرة الشمعية . وقد وجدت نجوم أخرى من نفس النــوع بالضبط قريبــا من موطننا لدرجة تمكننا من قياس أبعادها بطريقة المساحين العــادية، وبذا نستطيع بالطبع أن نحسب قدرتهــا الشمعية الحقيقية . وقد وجد أن هــذه أيضا كلها متساوية القدرة الشمعية . وإنا لنلخص مقدارا كبيرا من البحث الفلكى حين نقول إن كل نجم يسلك مسلك دال قيفاوس يكون مثله فى القدرة الشمعية .

وهنــاك نجوم أخرى تتميز بتقلبات ضوئيــة من نفس هذا البــاب — دخمسة تدريجيــة يتبعها استردادٌ للّمعان سريعٌ — لكن فترات تقلبها تختلف عن خمســة الأيام والثلث التى لدال قيفاوس . هــذه النجوم وأمثالها تكون كلها طائفــة تعرف بالمتغيرات القيفاوية . كذلك قد وجد أن جميع النجوم

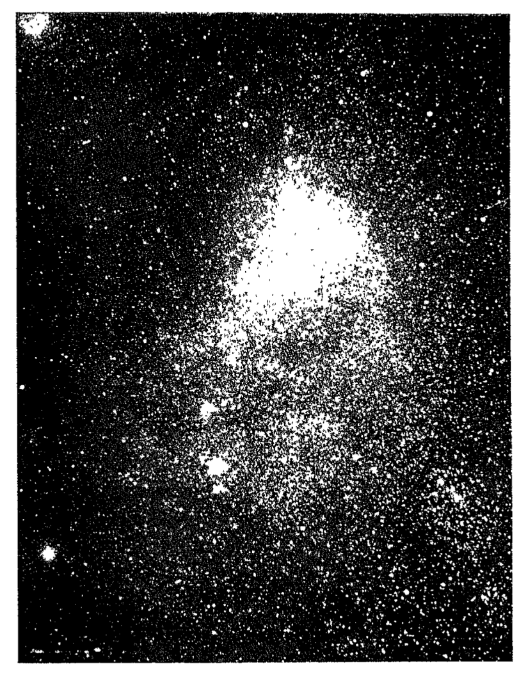
التى لهـا فترة تقلّب واحدة، مهما بلغت، لهـا قدرة شمعية واحدة نكشفها كما فعلنا من قبل بحساب القدرة الشمعية لنجم مثلها قريب من موطننا . فنحن نستطيع أن نعرف القدرة الشمعية لأى متغير قيفاوى فى السماء بملاحظة فترة تقلبه ، فاذا عرفناها استطعنا أن نستنبط بعـده من لمعانه الظاهرى . هذه النجوم كالمنارات فى محيطات الفضاء الواسعة، نعرفها فى لمحة ولا نخطئها ، نعرفها بالتقلبات الخاصة بأضوائها ، و بمعرفة قدرتها الشمعية يمكننا استنتاج أبعادها فى الحال .

هـذا يمدّنا بطريقة نفيسة جدا لسبر غور الفضاء كله أو على الأقل غور تلك الاجزاء منه التى نستطيع أن نرى فيها متغيرات قيفاوية . وقد استخدم الدكتور شبلى المدير الحالى لمرصد هارفرد هذه الطريقة، بعدا كتشافها بقليل، فى قياس أبعـاد بعض جموع من النجوم تعـرف "بالجموع الكريّة" يحتوى كل منها بضع مئات آلاف من النجوم .

الجموع الكُرّية

تصوّر سربا من النحل مستقرا فى الهواء الطلق تجـده يكوّن كتلة كرية عند المركز يطن حولها عدد عظيم من النحل يكوّن شبه جوّ للسرب الأصلى . فاذا استعضنا عن كل نحلة بنجم كان أمامنا ما يمثل مرأى الجمع الكرى تمثيلا جيدا — كتلة مستديرة من النجوم أفرادها أكثر ما تكون تقاربا عند المركز وتفرقا عند المحيط . وترى فى لوحة ٣٢ نموذجا حسنا من هذه الجموع .

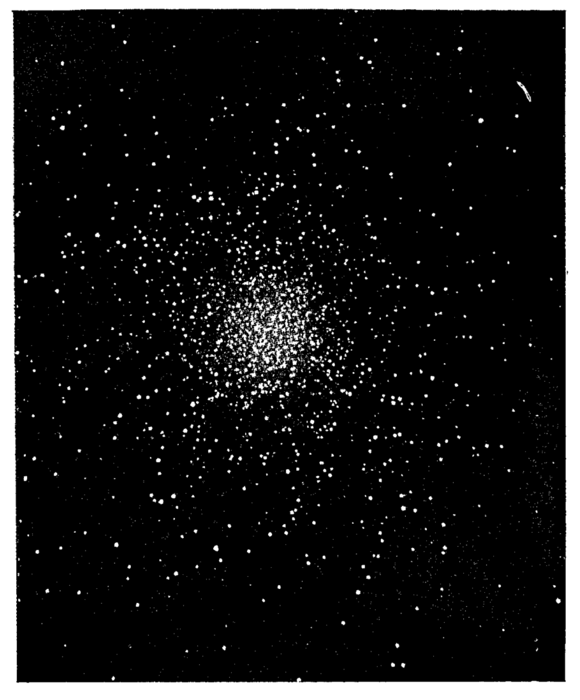
ويبلغ المعروف من هذه الجموع الكرية نحو مائة، وليس هنـاك جموع



السحابة المجلانية الصغرى

تقع هذه السحابة النجومية المترامية فى كوكبة توكن قرب القطب الجنوبى ولذا لا يمكن رؤيتها فى انجلترا وهى من الكبر بحيث أن الضـوء الذى يقطع ١٨٦ ألف ميل فى الثانيـة يستغرق ٦٠٠٠ سنة فى المرور من أحد طرفيها الى الآخر وهى من البعد بحيث أن ضوءها يستغرق ٩٥٠٠٠ سنة للوصول الينا وهى تحوى على أقل تقـدير ٥٠٠٠٠٠ نجم ألمع من الشـعرى اليمانية كما تحوى عددا هائلا من نجوم أقل نورا من الشـعرى ومع ذلك لا نتلق منهـا نظرا لعظم بعدها إلا جزءا من ٢٥ جزءا من الضوء الذى نتلقاه من الشعرى

ويمكن رؤية جمعين كريين قرب الحافة اليسارية للوحة فالذى فى أعلا اللوحة هو ٤٧ التوكان وهو من أقرب وألمع الجموع الكرية لا يبعد عنا إلا $\frac{1}{5}$ بعد السحابة المجلانية (أنظر صفحة ١١٣)



الجمع الكرى م ١٣ فى الجاثى

هذا أجمل جمع يرى فى نصف الكرة الشمالى وإن لم يكن أجمل ما فى السماء كلها وهو يبعد عنا الى حدّ أن ضوءه يستغرق فى الوصول الينا ٣٣٠٠٠ سـنة وعلى الرغم من أنه يبعث من الضوء قدر ما تبعثه الشمس ٢½ مليون مرة فانه لا يرى بالعين المجرّدة إلا بصعوبة

جديدة تستكشف فى الوقت الحاضر ولم يكتشف شىء منها منذ قرن أو نحوه وإذن يصح لنا أن نفرض أنه لم يبق منها شىء يستكشف، فنحن قد عرفناها جميعا. وهى فى أغلبها تبدو أجراما ضعيفة النور جدا فى السماء لا يرى منها بالعين المجردة إلا خمسة أو ستة .

كل هـذه الجموع تحتوى أعدادا عظيمة من المتغيرات القيفاوية، وهذا يمكننا من تقدير أبعادها بدقة تذكر، ونتائج تسترعى وتبهر . حتى أقرب هذه الجموع الكرية قد تبين أنه من البعد السحيق عنا بحيث يستغرق ضوءه فى الوصول الينا نحو ١٨٤٠٠ سنة، فنحن لا نراه كما هو عليه الآن ولا فى المكان الذى هو فيه وإنما نراه حيث كان وكيف كان منذ ١٨٤٠٠ سنة — أى قبل أن يتمدين الإنسان بزمن بعيد . نراه بضوء بدأ رحلته الطويلة الينا عند ما كانت الأرض لا تزال مغطاة بالغابات الأولى الملتفة، مكتظة بالوحوش الضارية، حين كانت الزراعة مجهولة وكان الإنسان عائشا على أغشم أنواع القنص وصيد السمك . فبينما كان هذا الضوء سائحا يخترق الفضاء فى طريقه الينا حدث كل ما سجل من تاريخ الجنس البشرى : ستمائة جيل من البشر ولدت وعاشت معيشتها ثم ماتت، وامبراطوريات قامت ثم اضمحلت وسقطت . هذا الوقت كله استغرقه الضوء المنبعث حتى من أقرب الجموع الكرية، استغرقه للوصول الينا مخترقا الفضاء بسرعة تزيد على ١١ مليون ميل فى الدقيقة . هذا الجمع الكرى القريب يحوى مئات الآلاف من النجوم، منها عدد كبير أسطع كثيرا من الشمس ومع ذلك فانها من البعد بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة إلا ضعيفة خافية .

فلو اتفق أن كان فى سكان هـذا الجمع فلكيون يدرسوننا كما ندرسهم لرأوا مسار الأرض السنوى حول الشمس فى حجم رأس الدبوس على بعد ٤٠٠ ميل ، وهذا يرينا عبث محاولة استخدام طريقة المساحين القديمة فى قياس أبعاد النجوم عند ما تكون المسافات بهذا العظم . فالكائنات التى قصارى جهدها الزحف على رأس دبوس لا يصح أن نتوقع رؤية الأجرام التى على بعد ٤٠٠ ميل تُغير مواضعها بقدر محسوس .

وقد وجد شبلى زيادة على ذلك أن أعظم الجموع يبلغ بعده عنا نحو عشرة أمثال بعد أقربها ، فبينما يستغرق الضوء نحو ١٨,٤٠٠ سنة فى الوصول الينا من أقرب جمع إذا به يستغرق فى الوصول من أبعدها نحو ١٨٥,٠٠٠ سنة . كذلك قاس شبلى أبعاد الجموع الواقعة بين هذين الطرفين وخطط مواضعها فى الفضاء . وقد تبين أن نظام توزيعها العام فى الفضاء يشبه الى حدّ ما توزيع الزبيب فى قرصة الزبيب ، وبعبارة أخرى أنها موزعة بانتظام لا بأس به فى فضاء شكله كالقرصة : فضاء دائرى المقطع سمكه أقل من طوله وعرضه .

إن الظاهر لنا الآن ، وإن لم يبلغ بعد مبلغ اليقين ، أن شبلى كان بتخطيطه الجموع الكرية بهذه الكيفية يحل معضلة أكبر مما كان يظن فى ذلك الوقت ، كان يحل معضلة نظام توزيع النجوم فى الفضاء .

لعل أوّل ما نزع اليه الانسان الأوّل بغريزته هو أن يفرض أن النجوم تمتد ثم تمتد الى الأبد ، هذا أبسط فرض وأقربه من وجوه كثيرة أن يخطر بالطبيعة على البال . ومع ذلك فهنالك اعتبارات كثيرة جدا تبين أن هذا

الفرض لا يمكن أن يكون صحيحا، نذكر منها واحدا: لو أن النجوم كانت ممتدة الى الأبد الآبد مرتبة كترتيبها بالقرب من الشمس لكان من المؤكد أننا كنا حيثما وجهنا نظرنا لابد نعثر إن عاجلا وإن آجلا على نجم، واذن كانت تبدو السماء كلها وهجا من الضوء منتظما غير منقطع، كما تبدو السماء كلها وقت عاصفة الثلج أو التراب كأنها لوح واحد من الثلج أو التراب منتظم غير منقطع. ولما كان الجزء الأكبر من السماء أسود بالليل فلنا أن نثق بأن النجوم لا تمتد إلى مالا نهاية، بل لا بد بعد أن نذهب فى الفضاء إلى بعد معلوم أن تأخذ النجوم فى التناقص ثم فى النهاية تختفى. وإذا ضربنا صفحا عن المناطق الخاصة التى ورد ذكرها والتى تحول فيها بيننا وبين ضوء النجوم رقع من مادة مظلمة، فان السماء لا تظهر سوداء إلا حيثما نكون قد اخترقنا بنظرنا كل المجموعة النجومية ونفذنا إلى الفضاء الخالى الذى وراءه.

المجـــرة

ومع ذلك فليست سماء الليل كلها سوداء، فإننا نرى فى أى ليلة من الليالى الصافية غير المقمرة قوسا عظيما من النور اللؤلؤى الضعيف يعبر السماء من أفق إلى أفق، ولسنا نستطيع أن نعرف ماذا يجرى له تحت الأفق إلا إذا سحنا حول الدنيا. عندئذ نجد نهايتيه قد اتصلتا فى السماء الجنوبية مكوّنة بذلك دائرة عظيمة لانهاية لها من النور تمرّ حول السماء كلها — حزام من النور يحيط بالدنيا له اسم واحد فى كل لغات العالم تقريبا هو المجرة أو الطريق اللبنى (١).

(١) The Milky Way.

وقد خفيت طبيعة هذا القوس من النور لا على الشعوب الأولية وحدها بل على الفلكيين الأقدمين أيضا ، وقد أطلق عليه المكسيك اسما شعريا إذ سموه "الشقيقة الصغيرة البيضاء لقوس قزح المتعدّد الألوان" وكان فى معظم المدنيات موضوع قصص كثيرة مأثورة — وقد تكون متذكرا صورة تنتورتو "أصل المجرة" فى المتحف الأهلى[1] (انظر الصورة المصدّر بها هذا الكتاب) . ثم جاءت سنة ١٦٠٩ وفيها صوّب غليليو نحو المجرة مرقبه المستحدث فكشف معماها فى الحال إذ ظهر أن المجرة ليست إلا سحابة من نجوم خفية مبعثرة كالتراب الفضى الدقيق على البساط السماوى القطيفى (انظر لوحة ٢٩ المقابلة لصفحة ١١٠ ولوحة ٣٣ المقابلة لصفحة ١٢٢) . كذلك بين مرقب غليليو أن الجزء الأكبر من السماء حتى فى المجرة نفسها سوادٌ ، فالنجوم ليست سوى حوادث على وراءٍ أســود .

ولا يمكن أن ينشأ هذا السواد — فيما عدا الحالات التى تعرِض فيها قطع من المــادة تعوق النظر — إلا عن كون بصرنا قد اخترق النظام النجومى كله الى ما وراءه من فضاء خلاء ، واذن فنحن نصل فى النهاية الى آخر النجوم حتى فى اتجاه المجرة . ومع ذلك فالنجوم التى يمكن رؤيتها فى هذه الجهة أكثر جدا من التى يمكن رؤيتها فى أية جهة أخرى ، كما أن النجوم فيها تبدو أضعف نورا وفى ذلك إشارة الى أنها أبعد . إن من الواضح أننا نستطيع أن نسافر فى هذا الاتجاه أبعد كثيرا ممــا نسافر فى أى اتجاه آخر قبل أن نصل الى نهاية النجوم .

(١) المتحف الأهلى للفن أشهر متاحف الفنون بلندن .

عجـــلة النجـــوم

وقد وصل السير وليام هرشل الى هذه النتيجة منذ ١٢٠ سنة فقد كان يظن أن النجوم مرتبة بحيث تشـبه عجلة عربة هائلة والشمس فى موضع قريب من سرة هـذه العجلة . وقـد فرض أن النجوم التى فى حافة العجلة هى المجرة، ونسب خفاء النجوم فى هذا الاتجاه الى بعدها العظيم، وفسر كثرتها بأننا اذا نظرنا فى اتجاه المجرة لم نر نجوم الحـافة فقط ولكن أيضا كل النجوم الموجودة على امتداد برمق العجلة .

وقـد أيدت الأبحاث الفلكيـة الحديثة استنتاجات السير وليام هرشل من عدّة وجوه لكنها تدل على أنه كان مخطئا فى أمر واحد . فالشمس ليست كما ظن عند سرة عجلة النجوم الهائلة بل ولا قريبة منها وانما تقع على البرمق بعيدة لحدّ ما عن المركز — وربمـا كانت قريبا من ثلث المسافة بين السرة والحافة . ذلك لأننـا نعرف الآن أن تلك العجلة الهـائلة من النجوم تدور فى الفضاء، لا حول الشمس ولا حول أية نقطة قريبة منها، وإنمـا حول سرة على بعـد منا هو من العظم بحيث أن الضوء يستغرق للوصول منها الينا نحو ٥٠٠٠٠ سنة . هـذه السرة تقع فى اتجاه يكاد ينطبق تمام الانطباق على اتجاه مركز القرصـة التى تصوّرنا أنهـا تضم نظام الجموع الكرية . وكما اتفقا فى الاتجاه يتفقان تقريبا أيضا فى البعد . كذلك ينطبق مستوى العجلة، وهو بالطبـع المستوى الذى تقع المجرة فيـه، على المستوى الأوسط للقرصـة تمام

الانطباق فان نصف الجموع الكرية واقع فى ناحية من المجرة والنصف الآخر فى الناحية الأخرى .

وهــذا يثبت اثباتا لا يكاد يتطرق اليــه شك أن عجلة العربة المستديرة التى قال بها السير وليــام هرشل هى فى صميمها نفس القرصة المستديرة التى مثلنا بها ترتيب الجموع الكرية فى الفضاء . فالنجوم تشغل نفس مناطق الفضاء التى تشغلها الجموع الكرية و ينتهيان تقريبا معا إذا سافرنا خلال الفضاء . ان هناك بينهما فرقا واحدا هو أن عجلة العربة التى تمثـل النجوم لا تبلغ سمك القرصة التى تمثــل الجموع الكرية . و ربمــا كان الأحسن أن نضع المسألة الوضع الآ تى :

لندهن القرصة بالزبد . لنبدأ بقطعها نصفين أعلى وأسفل ثم ننشر بينهما طبقة سميكة من الزبد ثم نردّهما الى مكانهما . عندئذ تمثل الزبد النجوم و يمثل ز بيب القرصة الجموع الكرية . وليست الشمس كما ظن السير وليام هرشل قرب وسط القرصة . صحيح أن ما فوقها من القرصة قدر ما تحتها بحيث تقع وسط طبقة الزبد لكنها تقريبا فى منتصف المسافة بين المركز والحافة .

هذا النموذج على ما فيه من الابتذال أبسط ما أستطيع أن أبتكره لشرح النظام الذى تقوم عليــه عظمة جلال السماء بالليل . ولكى ننتقل من النموذج الى الحقيقة يتحتم علينا أن نكبِّر ثم نكبر ثم نكبر حتى تصــير كل هباءة دقيقة من الفضاء ملايين الأميال . يجب علينا أن نُحل مكان الزبيبة جمعا من مئات الآلاف من النجوم ونحل مكان طبقة الزبد سحابة من ملايين كثيرة من النجوم ،

وأن ندع كل ما عدا ذلك يضمحل الى السواد القطيفى للفضاء الخلاء، أو على أكثر تقدير الى ذرات متناثرة متفرقة أو الى بقايا ذرّات مهشمة وسحب من التراب . فاذا استطعنا أن نحمــل خيالنا على إجراء كل هــذا التبديل والتغيير فستكون النتيجة أى شيء إلا المبتذل : ستمدنا بمفتاح لأجلّ منظر رأته أو تراه عين الانسان وستمكننا من أن ننظر الى السماء العجيبة المترامية فنفهم من معانيها مالم نكن نفهم .

سمــاء الليـــــل

وحتى مع هذا يجب ألا نتوقع أن نرى بنية السماء كلها منثورة أمام أعيننا حينما نقف فى العراء ننظر الى سماء ليلة صافية، فالمسافات فى الفضاء من العظم بحيث أن أشدّ النجوم لمعانا لا يؤثر فى أعيننا المجرّدة إلا اذا تصادف أن كان قريبا منا نسبيا . إننا لن نستطيع رؤيتها بغير مساعدة آلة ضوئيــة مالم يكن فى إمكان الضوء المنبعث منها أن يصل إلينا فى أقل من نحو ثلاثة آلاف سنة فاذا تذكرنا أن بعــد حتى أقرب الجموع الكرية إلينا قدر ذلك ست مرات أمكننا أن نقول بأن كل النجوم التى نستــطيع أن نراها فرادى "كنجوم" تقع فى جزء صغير جدا من الفضاء محيط بالشمس — جزء من قرصة الزبيب لا يزيد حجمه فى ذاته كثيرا على زبيبة متوسطة الحجم . ولو أن كل نجم خارج عن تلك المنطقة الصغيرة من الفضاء اندثر بغتة لمــا استطاعت أعيننا المجرّدة أن تدرك اختفاء نجم واحد . أما المجرة فستختفى عنــدئذ لأنهــا مكوّنة من الأضواء المجتمعة المنبعثة من عدد كبير من نجوم هى أبعد جدا من أن ترى

فرادى — كأنها أنوار مدينة بعيدة . وأما الوراء العام للسماء فستزداد ظلمته قليلا لأنه الآن تغشاه غشاوة من نور خفى لا يكاد يحس منبعث من نجوم سحيقة هى أيضا أبعد من أن ترى فرادى . ولن تدرك أعيننا المجردة تغيرات عدا هذه . فكل النجوم التى نراها فرادى ستظل كما كانت لأنها جميعا قريبة جدا من موطننا اذا قسنا المسافات بالمقاسات الفلكية .

وينتج عن ذلك أن المنظر الذى نراه فى السماء ليلا ينقسم الى قسمين متميزين : نرى أوّلا الكوكبات التى تتألف من وَجهة مكوّنة من نجوم قريبة جدا — أى قريبة بالمقياس الفلكى، ونرى ثانيا المجرة وهى وراءٌ مكوّن من نجوم هى من البعد عنا بحيث أنَّا لا نراها إلا جماعات. الكوكبات والمجرة — هذان هما كل ما نبصر . وفى المسافة الوسطى بين هذين ملايين من النجوم لا نراها مطلقا لأنها أبعد من أن ترى نجوما فرادى، وأقل من أن تظهر لنا سحابة متصلة من الضوء ، إنما قصاراها أن تنشر ضوءا قليلا على ذلك الوراء المظلم من السماء .

كل هذه المجموعة النجومية — المجموعة التى على شكل عجلة حافتها المجرة — تسمى عادة "المجموعة المجرية" .

عدد النجوم

إذا أتيح لنا أن نرى كل نجوم المجموعة المجرية نجوما فرادى فكم يكون عددها ؟ قد يبدو هذا السؤال أوّل الأمر أبسط الأسئلة التى على الفلكى أن يجيب عنها، إذ قد يظن أن ليس عليه إلا أن يعدّها من خلال مرقبه .

لكن المؤسف أن الأمر ليس بهذه السهولة فإنه كلما كبر المرقب ازداد عدد النجوم التى نراها من خلاله . إن أكبر مرقب أنشئ للآن يرينا نحو ١٥٠٠ مليون نجم — عدد سكان الأرض الذين يزيد سنهم على خمس سنوات . غير أن مرقبا يصنع الآن أكبر من هذا نكاد نجزم بأنه سيكشف لنا عن نجوم كثيرة غير هــذه، ولن نستطيع على الرغم من ذلك أن نرى النجوم كلها أو جلها . لا ! ان من العبث أن نحاول عدّ النجوم — انمــا هناك طريق واحد لمعرفة عددها جميعا وذلك هو وزن النجوم كلها معا .

وقد يبدو منا جنونا أن نتكلم عن وزن نجوم لا نتمكن حتى من رؤيتها لكن هذا هو بالحرف الواحد ما يفعله الفلكيون حديثا .

لقد مكث الفلكيون طويلا يساورهم بعض الشــك فى الكيفية التى أمكن النظام النجومى بهــا أن يحتفظ بشكله كقرص أو عجلة إذ كان من الصعب أن ندرك لمــاذا لم تستطع قوة جاذبية النجوم التى عنــد السرة أن تجذب النجوم التى عند الحافة حتى تســقط كلها معا عنقودا واحدا عنــد المركز، هذا اللغز قد حل الآن . فالعجلة تحتفظ بشكلها لسبب بسيط هو أنها تدور حول السرة وهى فى هذا تشــبه المجموعة الشمسية وإن على مقياس هائل . والمجموعة الشمسية هى أيضا على شكل قرص أو عجلة وليس هناك سر فى كيفيــة احتفاظها بشكلها . إنهــا تحتفظ بشكلها لأن الســيارات تدور حول الشمس ولو يطل دورانها لسقطت نحو الشمس وليس يعصمها من هذا المصــير فى الواقع إلا حركتها حول الشمس . والسيارات

الأقرب الى الشمس مضطرة للحركة بسرعة أكبر من سرعة غيرها لأن قوة جاذبية الشمس التى على هذه السيارات أن تجاهد ضدها أكبر ما تكون حيث توجد تلك السيارات . كذلك الحال فى مجموعة النجوم الأكبر كثيرا من المجموعة الشمسية فحركتها هى التى تحميها من السقوط الى السرة . وقوة الجذب أكبر ما تكون قرب السرة ولذا كان أقرب النجوم الى السرة أسرعها حركة . والشمس التى على شىء من البعد عن السرة تتحرك بسرعة تقرب من ٢٠٠ ميل فى الثانية وهى سرعة قدر سرعة الأكسبريس ١٠٠٠٠ مرة . وبعد الشمس عن السرة كبير لدرجة أنها على الرغم من تحركها بهذه السرعة فان رحلتها حول السرة ربما استغرقت مائتى مليون أو ثلثمائة مليون سنة .

هذه الأرقام ليست مضبوطة قط فنحن لم نعلم للآن بأى وجه من وجوه الدقة ، مقدار بعدنا عن السرة التى ندور حولها وان كنا أكثر علما وأحسن إحاطة بالاتجاه الذى تقع فيه هذه السرة . إنها بالطبع لا بد واقعة فى المجرة ويكاد يكون من المؤكد أنها واقعة فى المنطقة المبينة فى لوحة ٣٣ بالقرب من وسطها على الراجح .

والآن نجد أن وسط هذه المنطقة كان معروفا من زمن بعيد بأنه أغنى جزء فى المجرة . ولما كان المتوقع أن يبلغ تكاثف النجوم أشده حول سرة العجلة ، وكان الواجب على أى حال أن نبصر أعمق المعمور بالنجوم إذا نظرنا فى اتجاه السرة الى الحافة وراءها ، لم يكن من المستغرب أن نجد السرة واقعة فى الجزء الغنى بالنجوم من المجرة .

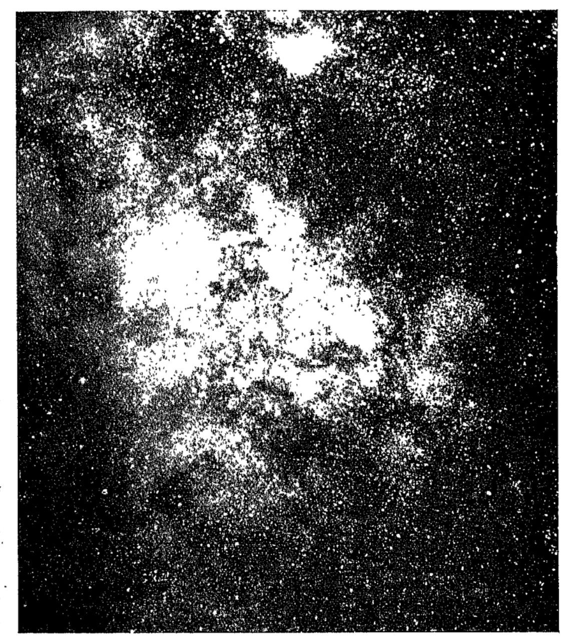
[عن ه . ستيفنسن ہبر يتو ربا]



المجـــرة — ٢

تبين هذه اللوحة ألمع جزء فى المجرة وأوســعه : من أنتينوس الى العقرب والجزء الأوسط مبين بتفصيل أوفى فى لوحة ٣٤ (عقب هذه)

[عن برنارد ، بمرصد يركس]



المجـــرّة فى الرامى

هذا هو الجزء الأوسط من لوحة ٣٣ بتفصيل أوفى ويبين يسار اللوحة ووسطها السحابة النجومية العظيمة فى كوكبة الرامى وهى ألمع جزء فى المجـرّة ومن الراجح أن الرقعة السوداء الحاجبـة التى الى اليمين (وترى أتم وأوفى فى لوحة ٣٣) تخفى عنا سرة المجموعة اللبنية

وأغنى الأجزاء كلهـا بالنجوم هى السحابة النجوميــة العظمى فى برج الرامى . هذه السحابة تقع قريبا من وسط لوحة ٣٣، وترى بتفصيل أعظم فى لوحة ٣٤، وهناك عدد عظيم من أبحاث متنوعة جدّا كلها تؤكد لنا باجماع عجيب أن سرة العجلة العظيمة واقعة فى هذه السحابة النجومية أو قريبا منها. ومن الراجح جدّا أنها واقعــة وراء رقعة المــادة المظلمة الحاجبة التى تشــغل النصف الأيمن من اللوحة، واذا كان الأمر كذلك فلن نتمكن أبدا من رؤية السرة التى تدور حولها العجلة العظيمة .

إن أبسط ما نستطيع أن نتخيل عليه حركة النجوم هو أن نتصوّر مسار كل نجم ينحنى انحنــاء مستمرّا نحــو سرة العجلة بفعــل قوّة جذب شمس ما مركزية هائلة . ومع ذلك فالمرجح جدّا أن مثل هذه الشمس المركزية غير موجودة . ولو استطعنا أن ننفــذ ببصرنا الى ما وراء السحب المظلمــة من المــادة الحاجبة ما رأينا على الراجح أكثر من جمع كثيف من النجوم العادية . ان أشبه الأمور بالواقع هو أن تكون النجوم يمسك بعضها بعضا بقوّة التجاذب بينها كما يمسك أحد نجمى المجموعة الثنائية الآخر، وأنها ليست تحت سلطان كتلة مركزية كبيرة واحدة .

ومتى عرفنا الانطلاقات التى تتحرك بها النجوم حول السرة استطعنا أن نزن مجموعة النجوم كلها كما استطعنا أن نزن الشمس عندما علمنا كيف تتحرك السيارات حولهـا . إن كل نجم واقع، لا تحت تأثير قوة جذب النجوم التى فى السرة فحسب، ولكن تحت تأثير جذب مجموعة النجوم كلها وبذا نستطيع

أن نوجد لا وزن نجوم السرة فحسب بل وزن نجوم العجلة كلها . ولما كنا نعرف أن متوسط وزن النجم قدر وزن الشمس تقريبا أو ربما كان أقل قليلا فاننا نستطيع أن نقدّر عدد النجوم الكافى لتكوين عجلة العربة .

ولا حاجة بنا لأن نقول إنه ليس فى استطاعتنا تقدير العدد بدقة كبيرة . وإن من المؤكد تقريبا أنه أكثر من ١٠٠٠٠٠ مليون ، أى أنه يكاد يكون من المؤكد أن هناك أكثر من ٦٠ نجما مقابل كل رجل وامرأة وطفل على وجه الأرض ، وقد يصل العدد الى ضعف هذا بل ربما الى ثلاثة أمثاله أو خمسة أمثاله .

وليس من السهل إدراك معانى مثل هذه الأعداد . فلننظر أوّلا كم نجما فى ليلة تامة الصفاء نستطيع أن نراه بأعيننا فقط دون استخدام أى مرقب . إن النجوم تبدو فوجا عظيما واذا طلب الى معظم الناس أن يحدسوا عددها فسيقولون مائة ألف أو عشرين مليونا أو عددا مثل هذا . لكن الواقع أن أقوى بصر وأحدّه إنما يستطيع أن يرى نحو ٣٠٠٠ — وهو عدد يزيد قليلا على عدد حروف الطبع الموجودة فى صفحتين من هذا الكتاب .

تصوّر الآن أن كل واحد من الثلاثة الآلاف نجم التى يمكننا رؤيتها قد اتسع وامتد حتى صار سماء كاملة جديدة مملوءة بالنجوم . هذه الأعجوبة من أعاجيب التخيل اذا قدرنا عليها لا تعطينا إلا تسعة ملايين نجم فقط وهذا لا يزال كسرا ضئيلا من عدد نجوم السماء كلها . إنه يساوى عدد الحروف التى فى صفحات نحو أربعين كتابا كل منها فى حجم هذا الكتاب ، ولكى

تخيل المجموع الكلى لنجوم السماء يجب أن نتصوّر مكتبة ضخمة تحوى على الأقل نصف مليون كتاب كل منهـا مثل هذا الكتاب بجميع حروف الطبع التى فى جميع صحف كل كتب هذه المكتبة عددها مساو تقريبا لعدد نجوم السماء . و إذا كنا نطالع بسرعة صفحة فى الدقيقة مدّة ثمان ساعات فى كل يوم فلا بدّ لنا من ٧٠٠ سنة لقراءة هذه المكتبة عن آخرها . كذلك لو كنا نعدّ النجوم بسرعة ١٥٠٠ نجم فى الدقيقة — أى ٢٥ فى الثانية — لاستغرق عدّنا النجوم كلها ٧٠٠ سـنة . وأرضنا ذيل ضئيل لِنَجْمٍ من تلك الأفواج المترامية ، لنجم لا يكاد يبين ، فهى أقل — أقل كثيرا جدا — من نقطة نون فى مكتبتنا ذات نصف مليون مجـلد ، وكان الأولى أن نشبهها بهباءة من التراب المحبوس بين صفحتين ، هباءة لا ترى إلا بالمجهر ، وهـذه الهباءة من التراب هى التى كان يظن سـكانها من نحو ٣٠٠ سـنة أنها مركز العالم كله وأن النجوم الأخرى تدور جميعها حولهـا — بل لم تخلق لأى غرض سـوى أن تدور حولهـا وترسل قليلا من الضوء اليها من آن لآخر إذا غابت الشمس أو غاب القمر . فالآن نبدأ ندرك مقـدار تفاهة موطننا فى الفراغ فى الواقع ، ومع ذلك فالجزء الأكبر من القصـة لا يزال ينتظر من يرويه كما سنرى فى الفصل التالى .

الفصل السابع

بعيدا فى أعماق الفضاء

قد رأينا كيف كان طبيعيا حين كان المعروف عن الفلك قليلا أن نتصور أن النجوم تمتد الى مالا نهاية ، بحيث أننا مهما توغلنا فى الفضاء وتحسسنا فانا نصل الى نجوم بعد نجوم . وقد كان شأننا فى ذلك شأن الطفل الذى ينشأ فى المدينة فهو يتصور أعمدة المصابيح ممتدة بلا انقطاع ، ومع ذلك فنحن نعلم الآن أننا إن توغلنا فى الفضاء مسافة كافية وصلنا الى مناطق فيها تبدأ النجوم تتضاءل فى العدد ثم تختفى كلية ، عندئذ نكون قد توغلنا فى أعماق الفضاء الى ما وراء المجرة . إن النجوم تشبه أنوار مدينة كبيرة لكن ليس هناك مدينة مهما كبرت تمتد الى غير انتهاء ، واذا نحن توغلنا فى السير توغلا كافيا فسنخرج من المدينة ونبلغ فى آخر الأمر العراء المظلم الذى وراءها .

على أن هذا ليس هو القصة بأكملها فنحن الآن نعرف أن مجموعة النجوم التى تشبه العجلة والتى تحدها المجرة ليست مجموعة النجوم الوحيدة فى الفضاء . إن هناك وراء المجرة على بعد شاسع منها مدنا أخرى لكل مدينة منها نظامها الخاص من الأنوار . فالعراء المظلم المحيط بمدينتنا نحن ليس نهاية كل شىء إذ لو ثابرنا على التغلغل فيه زمنا كافيا لوصلنا فى الوقت المناسب الى مدينة

أخرى أنوارها نجوم شبيهة بالنجوم المحيطة بشمسنا . والآن أشرح لك الدليل على هذا القول .

حينما نبتعد عن البر موغلين فى البحر لا نبصر الأنوار فى إحدى مدن الساحل نقطا من الضوء متميزة لأنها تندمج كلها معا فتكون ما يشبه سحابة من الضوء مختلطا بعضها ببعض ، فاذا ما اقتربت بنا السفينة من الساحل بدأنا نبصر الأنوار فرادى . نبصر أكثرها لمعانا أول الأمر ، ثم نبصر كذلك أضعفها فيما بعد .

وهذا هو الشأن بالنسبة للمدن النجومية البعيدة المتوغلة فى الفضاء ، فنحن وان كنا لم نقترب منها يصح أن نقول إن الزيادة المستمرة فى قوة مراقبنا تقربها منا ، ولذا قد بدأنا فى السنين القليلة القريبة نبصر أضواءها فرادى ، ونتعرفها على ما هى عليه مدنا من النجوم كمدينتنا . لكن طبيعتها هذه كانت متوقعة من قبل أن تعرف بالتحقيق بزمن طويل . ففى سنة ١٧٥٥ وصفها الفيلسوف كانْت بأنها "مجموعات من نجوم كثيرة تبدو لنا لبعدها كأنها لا تشغل إلا حيزا هو من الضيق بحيث أن الضوء الذى لا يمكن أن يحس من كل منها على انفراد يصل الينا لكثرتها البالغة ومضةً مستمرة باهتة" .

واذ كانت المدن لم تبد إلا سحبا ضعيفة من الضوء فقد سميت "سدائم" وهى تعريب كلمة لاتينية معناها ضباب أو سحب . وليست كل السدائم مؤلفة من طوائف من النجوم فالسدائم الحقيقية نوعان متميزان يمكن تمييزها بأشكالها . فسدائم النوع الأوّل منتظمة الشكل أو قريبة جدا من ذلك ، أما سدائم

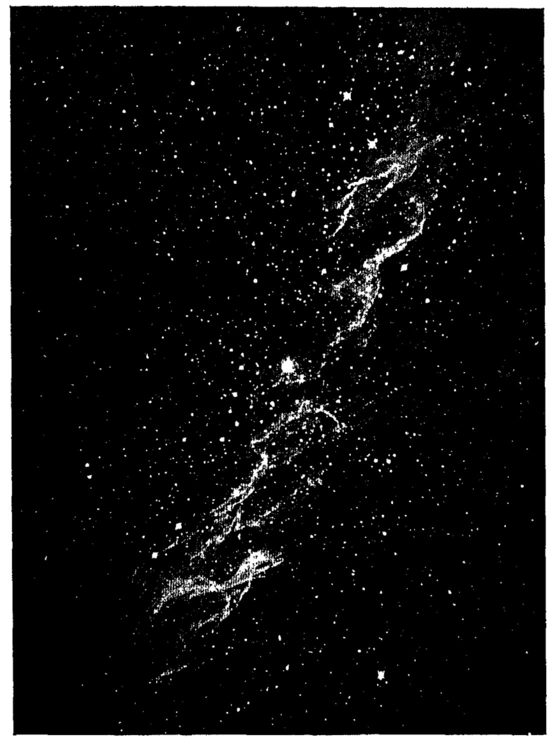
النوع الثانى فشكلها لا نظام فيه مطلقا وهى بلا شك أبلغ الأجرام أثرا فى نفس الناظر الى السماء بمرقب ، ولا يرجع ذلك إلا لقربها منا — كما يبــدو القمر أبلغ أثرا فى النفس من منكب الجوزاء . وهى تبدو عادة قريبــة الشبه بكتل الدخان السائبــة كتلك التى ترى متصاعدة من بيت أو كومة تبن شبت فيها النار ، وما هى فى الواقع إلا ما يصح وصفه بأنه دخان مدينتنا النجومية تضيئــه أنوار مدينتنا النجومية . هى نتف وسحب من التراب والغاز المضىء ممتدة من نجم الى نجم داخل حدود المجرة ، مكوّنة رقعا منيرة ورقعا مظلمة على السماء كالتى يكوّنها على السماء دخان النار العادية ولهيبها .

وقد سـبق أن عرضنا عليــك فى لوحة ٢٧ (صفحة ٨٦) ولوحة ٣٠ (صفحة ١١١) مثلين من هــذا النوع من السدائم كلاهما فى كوكبة الجبـار وترى فى لوحة ٣٥ مثلا ثالثا فى كوكبة الدجاجة .

السدائم العظمى النائية

والنوع الآخر وهو السدائم المنتظمة الشكل عبارة عن المدن النائية من النجوم ، وهى من البعد بحيث أنهــا تبدو قليلة الأثر فى النفس قلة عجيبة إذا نظرنا اليها مباشرة ولو من خلال مرقب قوى فإن ضوءها الخفى لا يكاد يؤثر فى أعيننا إلا قليلا . وألمعها جميعا هو السديم الأعظم فى كوكبة المرأة المسلسلة (انظر لوحة ٣٦) وصفه الفلكى ماريوس بأنه يبدو "كضوء شمعة يرى من من خلال بوق" . ولكى نفهم ما هى هذه السدائم لابد لنا من أن نمكن ضوءها

لوحـــة ٣٥ [عن مرصد جبل ولسن]



التســـدم فى الدجاجة

(أنظر صفحة ١٢٨)



السديم الأعظم م ٣١ فى المرأة المسلسلة

هذا السـديم وهو أظهر المدن النجومية فى الفضاء يزيد بعده قليلا على بعـد م ٣٣ (لوحة ٣٨) ويستغرق ضوءه فى الوصول الينا ٩٠٠٠٠٠ سـنة وهو من عظم الاتساع بحيث أن الضوء يستغرق نحو ٥٠٠٠٠ سنة فى اختراقه من جانب الى جانب

[عن مرصد جبل ولسن]



الحرف الخارج للسديم الأعظم م ٣١ فى المرأة المسلسلة

تبين هذه اللوحة بالتفصيل الركن العلوى اليسارى للسديم المبين قبالة هذه، وهو كما يرى يتألف من نجوم فرادى



السديم م ٣٣ فى المثلث

مع أن هذا أقرب كل ما فى الفضاء من مدن نجومية فان ضوءه يستغرق فى الوصول الينا ٨٥٠٠٠٠ سنة ولا بدّ من تكبير هذه الصورة حتى تصير قدر أوربا بأسرها قبل أن يصبح مرئيا فيها جرم قدره مثل قدر الشمس

من التأثير فى لوحة فتغرافية ساعة بعد ساعة بل ربما ليلة بعد ليلة فاذا فعلنا ذلك أخذت بعض الأضواء الفردية المنعزلة تبرز من بين ضوء السدائم العام (انظر لوحة ٣٧) ويتبين أن هذه الأضواء نجوم . ونحن نعرف أنها نجوم لأن كثيرا منها متغيرات قيفاوية من غير شك، تبدى لنا عن نفس الخصائص والتقلبات الضوئية المألوفة التى تبدى لنا عنها المتغيرات القيفاوية الأقرب الى موطننا . وهذا لنا من سعادة الجدّ لأننا كما سبق أن رأينا نستطيع أن نقدّر بعد أى متغير قيفاوى من لمعانه البادى أو ضعفه . والمتغيرات القيفاوية التى فى السدائم تظهر كلها ضعيفة جدا . وإذ كنا نعرف أنها فى ذاتها نجوم شديدة التألق فان هذا وحده برهان على أن السدائم على بعد عظيم جدا .

وإنا لنحتاج الى وحدة طويلة من وحدات الطول لقياس هذا النوع من المسافة . إن الضوء يقطع ١١ مليون ميل فى الدقيقة أو نحو ٦ ملايين مليون ميل فى السنة . ويختار الفلكيون هذه المسافة وحدة لمقاييسهم ويسمونها "سنة ضوئية" . وكما أن الألمان عند ما يتكلمون عن مسافة ساعة يعنون بذلك المسافة التى يمشيها الرجل فى الساعة، كذلك عند ما يتكلم الفلكى عن سنة ضوئية فانه يعنى المسافة التى يقطعها الضوء فى سنة .

أقرب المدن النجومية

قد رأينا كيف أن الضوء المنبعث من أقرب الجموع الكرية يستغرق فى الوصول الينا ١٨٤٠٠ سنة أو كيف أن بعد أقرب جمع كرى منا ١٨٤٠٠ سنة

ضوئية كما نستطيع الآن أن نقول . لكن أقرب سديم الينا وهو م ٣٣[(١)] فى كوكبة المثلث (لوحة ٣٨) قد تبين أنه على بعد ٨٥٠٠٠٠ سنة ضوئية، فبعده قدر بعد أقرب الجموع الكرية أكثر من أربعين مرة .

إن الضوء الذى به نبصر الجموع الكرية قد بدأ رحلته الطويلة عبر الفضاء قبل أن يصير الانسان متمدينا، أما الضوء القادم حتى من أقرب السدائم فقد بدأ قبل أن يُخلق الانسان بالمرة . فلو أن أوّل إنسان عمر الأرض كان قد بنى محطة لاسلكية وأذاع منها نداء ينادى به جميع المحطات التى فى الفضاء يبحث عما إذا كان هناك فى العالم أى مخلوقات عاقلة أخرى لما كان نداؤه بلغ أقرب السدائم للآن .

حتى أقصى الجموع الكرية تبعد عنا بأقل من ربع بعد أقرب السدائم، فبعد أن نترك كل الجموع الكرية وراءنا لابد لنا قبل أن نبدأ نلق السدائم من أن نقطع أربعة أمثال المسافة التى قطعناها . ولما كانت الجموع الكرية تعين حدود المجرة كان معنى هذا أن السدائم منفصلة تماما عن المجرة . ولو مثلنا لمدينتنا النجومية فى القدر بلندن لوقعت أقرب مدن الفضاء الينا بقرب كمبردج، وبين الاثنين عراء طلق كثير .

والمدينة النجومية التى تلى هذه لاتبعد عنها إلا قليلا على بعد ٩٠٠٠٠٠ سنة ضوئية منا . فإذا مثلنا لأقرب مدينة نجومية بكمبردج صح أن نمثل بأكسفورد

---

(١) م ٣٣ (M. 33) معناه رقم ٣٣ فى كتالوج مسييه (Messier) .

لتى تليهـا وهى السديم الأعظم فى كوكبة المرأة المسلسلة (انظر لوحات ٣٦ و ٣٧ و ٤٢) ، أشهـر مدن النجوم فى الفضـاء وأعرفها ، ثم هى السديم الوحيد الذى يرى بوضوح تام بالعين المجرّدة . وهى تكاد تقع فى شمال النجم باء المرأة المسلسلة (انظر الخريطة النجومية الأولى وصفحة ١٧٤) ولا بد من الاعتراف بأنها مخيبة جدا لأمل من يتطلب فيها منظرا ، ومع ذلك فربما كانت تستحق أن ينظر الانسان اليها مرة فى العمر ولو ليتفكر وهو ينظر اليها أن شبكية عينه يؤثر فيها ضوء ظل يعبر اليه أجواز الفضاء ٩٠٠٠٠٠ سنة ضوئية متصلة . إن أمواج الضوء المتولدة من وثوب الكهربات فى ذلك السديم البعيد منذ ٩٠٠٠٠٠ سـنة قد كانت تسبح فى الفضاء غير مروّعة منذ ذلك الحين والآن حين تلج أعيننا تصادف مادة صلبة للمرة الأولى بعد ترك السديم . تلك الأمواج ترد العينَ على التتابع بغير انقطاع بمعدّل نحو ٥٠٠ مليون مليون موجة فى الثانية ، وشعاع الضوء الذى يصل ما بين عينك وبين السديم يحتوى من الأمواج ما يكفى لإمداد البصر بالأمواج ٩٠٠٠٠٠ سنة على هذا المعدّل وللذين يحبون الحساب أن يحسبوا بالضبط مقدار عدد هـذه الأمواج إن شاءوا .

وليس هناك سدائم كثيرة قريبة قربا يمكن من تمييز متغيرات قيفاوية فيها فاذا ما تيسر هـذا التمييز أمكن فى الحال اكتشاف أقدار السدائم وأبعادها ، لكن لا بد من اتباع طرق أخرى فى أغلب الحالات .

إذا وضع عدد من أجسام متشابهة تمام التشابه على ابعاد مختلفة منا فإنها

تبدو بالطبع بأقدار مختلفة لكن لمعان سطوحها لايتأثر بالمسافة إلا إذا كانت هناك فى الفضاء مادة تضعف الضوء أو تحجبه . لكن لدينا كل الأسباب التى تحملنا على الاعتقاد بأن وجود مثل هذه المادة نادر لدرجة أنه يمكننا إغفاله إلا فى أجزاء قليلة خاصة من السماء . والآن يجد الدكتور هَبِل أحد فلكيي مرصد جبل واسن أن السدائم ذات الشكل الواحد تظهر جميعا ذات لمعان واحد وتختلف فقط فى القدر الظاهرى . هذا يشير بقوة الى أنها متشابهة فى بنائها لا تختلف إلا فى أبعادها عنا وبذا نستطيع أن ندرك أبعادها إما من أقدارها الظاهرية أو من مقدار الضوء الذى نتلقاه منها . ومختصر القول أنه كلما بدا السديم أصغر وأخفى كان السديم أبعد وتبين لوحة ٤٠ جمعا من السدائم فى كوكبة ذات الشعور على بعد ٥٠ مليون سنة ضوئية على الراجح . والسدائم فى هذا الجزء من السماء كثيرة متراصة بحيث أن اللوحة تحتوى من السدائم أكثر مما تحتوى من النجوم . وتبين لوحة ٤١ جمعا من السدائم أبعد حتى من هذه فى كوكبة الفرس الأعظم ، وكل واحد من الأجرام الخفية الغامضة الحدود فى اللوحة عبارة عن سديم ويبلغ عددها جميعا ١٦٢ ، لو تيسرت لنا رؤية كثير منها عن قرب كاف لبدت لنا مجموعاتٍ شاسعة معقدة التركيب كالتى فى السديم القريب المبين فى لوحات ٣٦ و٣٨ و٤٣ . وأبعد ما كشفت عنها مراقبنا من السدائم هى من البعد بحيث يستغرق الضوء فى الوصول إلينا منها نحو ١٤٠ مليون سنة .



السديم م ٨١ فى الدب الأكبر

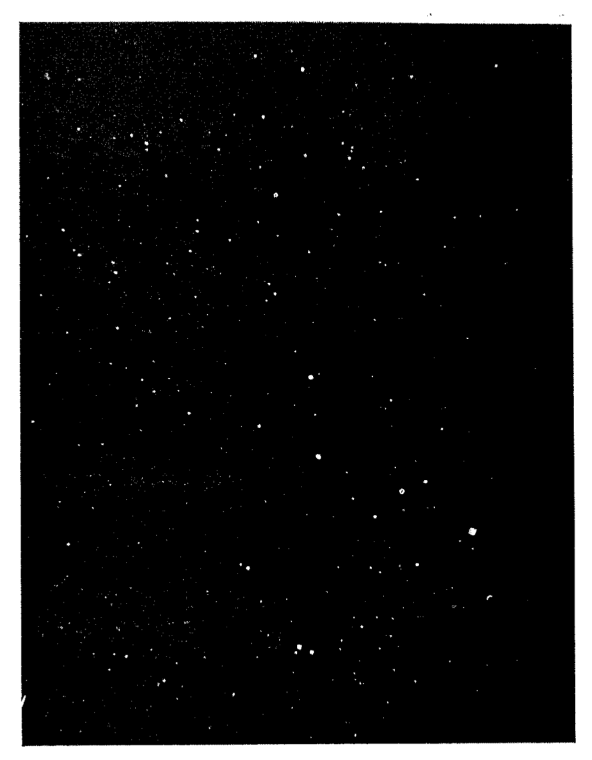
هذا من أجمل ما فى الفضاء من مدن نجومية وهو أوّل سديم لوحظ دورانه و يستغرق ضوءه فى الوصول الينا ١٦٠٠٠٠٠ سنة

[عن مرصد جبل ولسن]



جمع من السدائم فى ذات الشعور

أغلبية الأجرام التى فى هذه الصورة سدائم من البعد عنا بحيث أن ضوءها يستغرق ٥٠ مليون ســنة للوصـــول الينا



أقصى أعمـاق الفضـاء

تبين هذه اللوحة بعضا من أبعد الأجرام السماوية التي يمكن تناولها بالرصد — جمع مكون من ١٦٢ سديم في الفرس الأعظم أغلبها على أبعاد تبلغ ١٠٠ مليون سـنة أو أكثر وكل منها يحتوى مادة كافية لصنع مدينة نجومية مكونة من آلاف الملايين من النجوم



المنطقة الوسطى للسديم الأعظم م ٣١ فى المرأة المسلسلة

تبين هذه اللوحة بالتفصيل المنطقة الوسطى للسديم المبين فى لوحة ٣٦ ولا يمكن كشف أى نجم فى الكتلة المنفوشة الوسطى

وقد قام الدليل على أن المقارنة التى عملناها بين المجموعة المجرية وأقرب سـديمين وبين لندن وأكسفورد وكمبردج مقارنة صحيحة من وجوه كثيرة، فأكبر المراقب يكشف عن سـدائم عددها جميعا نحو مليونين ليس فيها كلها حسبما نستطيع أن نحكم الى الآن، واحد فى كبر مدينتنا النجومية، ولذا فقد أحسنا أوّلا إذ شبهنا هذه بلندن التى هى أكبر مدينة فى العالم، وفى الحق ان كثيرين من الفلكيين يميلون الى اعتبار المجموعة المجرية مكوّنة من عدد من المدن النجومية تجمعت وتدخّل بعضها فى بعض شأنها فى ذلك بالضبط شأن لندن التى تجمعت من مدن بعضها متدخل فى بعض . فاذا كانت لندن تمثل المجموعة المجرية فى القـدر فان كمبردج وأكسفورد ليمثـلان أقرب مدينتين نجوميتين إلينا فى القدر أيضا ، وتستقيم المقارنة كذلك بالنسبة لعدد السكان وأيضا بالنسبة للترتيب فى الفضاء، فعدد سكان لندن قدر عدد سكان كمبردج أو أكسفورد نحو مائة مرة، ومدينتنا النجومية تحتوى من النجوم بالتقريب قدر ما يحتويه أى السديمين الأقربين الينا مائة مرة . على أنه قـد يبدو من الغريب أن نتحدث بمثل هذا الوثوق عن المجموع الكلى للنجوم فى سدائم هى من البعد عنا بحيث أننا لا نستطيع أن نرى سوى قليل من أشدّ نجومها لمعـانا .

وزن المدن النجومية

قد رأينا كيف أن مجموعة النجوم التى ننتسب اليها وهى المجموعة المجرية مسـطحة كالمجموعة الشمسية ، كما رأينا أنها تسـتطيع أن تحتفظ كالمجموعة

الشمسية بشكلها المسطح لكونها فى دوران دائم . وكثير من السدائم مسطح أيضا فى شكله ومن المعقول فيما يظهر أن نتخيل أن هـذه أيضا تحتفظ بشكلها المسطح لكونها فى دوران . والرصد يحقق هـذا الحدس إذ أنه قد كشف عن أن السـدائم تدور، ولا بد على وجه التحقيق تقريبا أن تكون هذه الحركة الدورانية هى التى تنجى النجوم التى على حافة السدائم من السقوط نحو مراكزها . ولو علمنا سرعة تلك الحركة لأمكننا حساب مقدار قوّة الجذب نحو المركز ومن ثم نستطيع أن نزن السـدائم — كما نستطيع قريبا من موطننا أن نزن الشمس أو المشترى أو كل المجموعة المجرية من النجوم . وقد وجد أن متوسط وزن السديم قدر وزن الشمس ألفين أو ثلاثة آلاف مليون مرة .

ولا يتحتم أن يكون معنى ذلك أن فى كل سديم هـذا العدد من النجوم فالظاهر أن قليلا من السدائم، إن كان، يحتوى على نجوم فقط . أما أغلبها فله منطقة مركزية تبدو أشبه بسحابة غازية منها بسحابة نجومية . وعلى أى حال فلم يوجد بعـدُ المرقب الذى يسـتطيع أن يحلل تلك السحابة الى نجوم (انظر لوحة ٤٢) وبالطبع لا بد للسـحابة من احداث قوّة جذب قـدر التى تحدثها نجوم فى وزنها، وإذن فوزن هذه السحابة، غازية أو كائنة ما كانت، داخل فى تقـديرنا وزن السـديم . لكن اذا لم تكن تلك السحابة، الغازية فى الظاهر، تتركب من نجوم بالفعل فمن المحتمل فيما يظهر أن يكون مقدّرا لها أن تصير نجوما فى الوقت المناسب . واليك علة ظننا هذا :

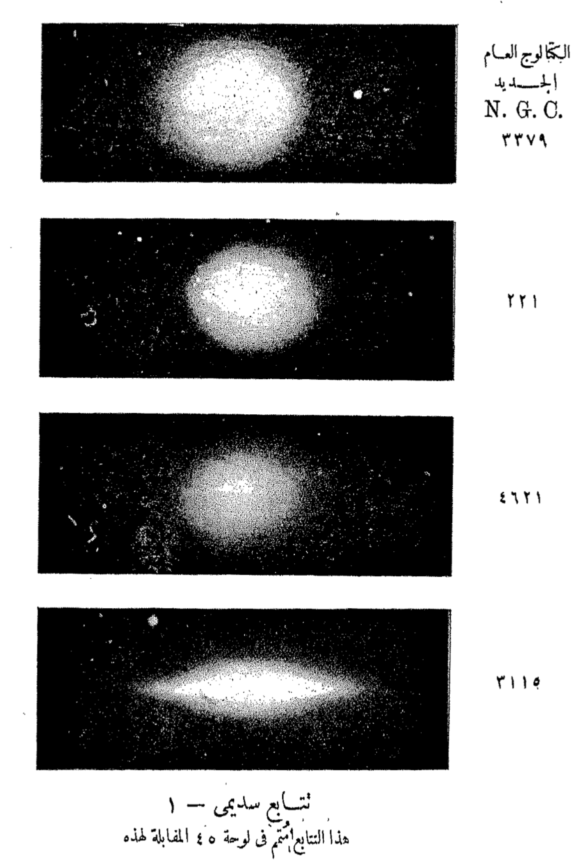
[عن مرصد جبل ولسن]



السديم م ٥١ فى كلب الصيد

هذا من أقرب السدائم بعد السديمين المبينين فى لوحتى ٣٦ و ٣٨ وربما استغرق ضـوءه فى الوصول الينا ١١٠٠٠٠٠ سنة

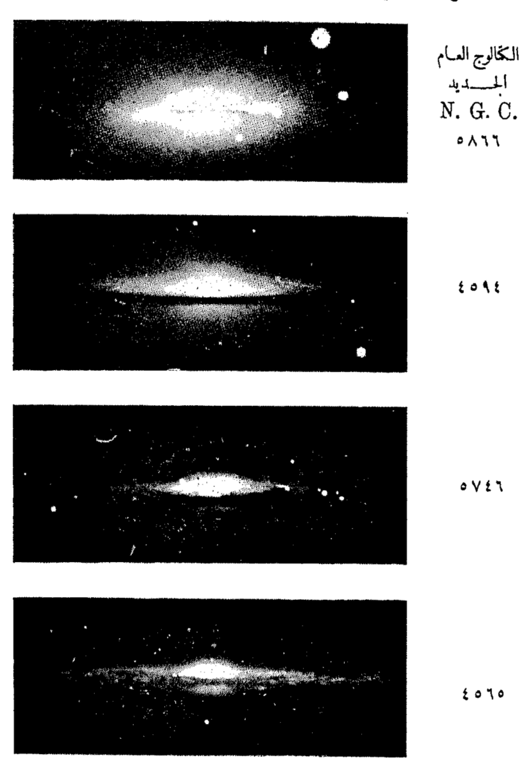
لوحة ٤٤



تتابع سديمى — ١

هذا التتابع متمم فى لوحة ٤٥ المقابلة لهذه

لوحة ٤٥



الكتالوج العام الجديد N. G. C. ٥٨٦٦

٤٥٩٤

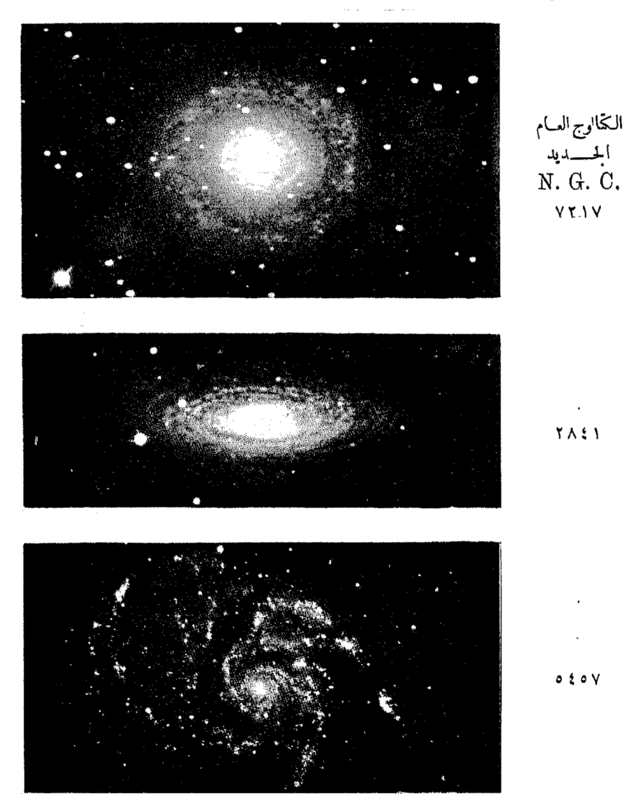
٥٧٤٦

٤٥٦٥

تتابع سديمي — ٢

هذه اللوحة ولوحة ٤٤ المقابلة لها تكونان معا تتابعا سديميا مرتبا تبعا لازدياد التفرطح

لوحـــة ٤٦



تتـابع سديمى — ٣

ســـدائم مشابهة للثلاثة الأخيرة فى لوحة ٤٥ منظور اليهـا من زاوية مخالفـــة والسديمان المبينان فى لوحتى ٣٨ (صفحة ١٢٨) و ٣١ (صفحة ١١٢) يكملان التتابع الذى ينتهى بسحابة نجومية

نشوء السدائم

السديمان الأقربان الينا اللذان شبهناهما بكمبرج وأكسفورد هما فى فرطحة الفطيرة الرقيقة ومجموعتنا نحن النجومية أى المجموعة المجرية هى أيضا مفرطحة وان لم تبلغ مثل هذا التفرطح البالغ . لكن ما كل السدائم المنتظمة الشكل مفرطح ، فاللوحتان ٤٤ و ٤٥ تبينان نماذج مختلفة من السدائم المرصودة ونرى أن بعضها مستدير ككرة الكريكيت و بعضها به قليل من الفرطحة كالبرتقالة و بعضها أبعد جدا فى التفرطح ، وهكذا تتدرّج السدائم الى أن تصل فى النهاية الى ما هو تام التفرطح كالسديمين الأقربين الينا . وفى استطاعتنا أن نرتب السدائم المختلفة الشكل على حسب درجة تفرطحها كما نستطيع أن نرتب كومة من الخرز بحسب القدر أو اللون أو الشكل أو أية خاصة واحدة نشاؤها . وقد رتبت السدائم على هذه الصورة فى لوحتى ٤٤ و ٤٥

والآن إذ رتبنا السدائم على حسب درجة تفرطحها نجد ونحن نتتبعها أن عددا من خصائصها الأخرى يتغير كذلك بالتدريج ، فكأنما كنا قد نظمنا كومة من الخرز فى خيط بحيث يكون أكبرها فى طرف وأصغرها فى طرف ثم اكتشفنا ونحن نمر ببصرنا على الخيط أن الذى يتغير بالتدريج ليس القدر فقط بل الشكل واللون أيضا فكأننا بمحاولتنا ترتيب الخرز على حسب القدر قد رتبناه بغير قصد حسب اللون والشكل . فمثلا نجد بوجه عام أن أكثر السدائم تفرطحا هى أكبرها والعكس بالعكس ، فترتيب التفرطح هو أيضا ترتيب القدر . و يصدُق هذا على الشكل كذلك ، فالسديمان اللذان فى درجة

واحدة من التفرطح يكادان عادة يتطابقان فى الشكل وهلم جرا . و بالاختصار يمكن ترتيب السدائم المنتظمة الشكل كلها تقريبا فى تسلسل واحد كالخرز على الخيط وعندئذ تتغير خصائصها كلها بالتدرّج ونحن نمرّ من أوّل الخيط الى آخره .

أو كأننا — اذا عدنا الى مقارنة لنا قديمة — قد أخذنا نفرز مجموعة من الكلاب المختلفة فرتبناها أوّلا حسب القدر، واذا بنا نجد أننا قد رتبناها فى الوقت نفسه حسب الوزن والعلو وطول الفروة وهلم جرا . عندئذ ينبغى أن نستنتج أن الكلاب جميعا من سلالة واحدة ، و ربما جال بخاطرنا أيضا أن الترتيب الذى رتبناها به هو بالتقريب ترتيبها حسب تزايد العمر .

بنفس الطريقة يصح أن نقول إن أغلبية السدائم من سلالة واحدة . ومن المحتمل جدا على مايظهر أن التسلسل الفرد الذى يمكن ترتيبها عليه هو تسلسل فى العمر لا أكثر، أو بعبارة أدق قليلا هو تسلسل حسب التقدّم فى أطوار النمو . إن السدائم المختلفة ، على الرغم من افتراقها البين فى المظهر ، يرجح أن اختلافها هو فى صميمه اختلاف فى مقدار النمو كاختلاف سلسلة من الرضّع والأطفال والصبية والرجال والشيوخ .

مولد النجوم

هناك مميزة أخرى لم تذكر للآن تتغير أيضا بالتدريج حين نتتبع سدائمنا المنظومة : مميزة ربما كانت أهم المميزات كلها . إن أحد طرفى الخيط ينظم

سدائم لا فرطحة فيها مطلقا ، سدائم فى استدارة كرة الكريكيت وليس من الممكن تمييز نجم ما فى أية واحدة منها ، فهى تبدو مجرد كرات مُشعانّة من الغاز أو سحب منفوشة من التراب . فإذا تتبعنا خيط السدائم وجدناها تزداد تفرطحا ، لكن يظل تمييز نجم فيها ممتنعا زمنا طويلا . فإن النجوم لا تبدأ تبين إلا بعد أن تصير السدائم مفرطحة جدا . عندئذ تظهر النجوم أولا فى الحواف الخارجية ، فى المناطق القريبة من حرف السديم . فإذا ما أفضى بنا تتبع الخيط الى سدائم أكثر تفرطحا حتى من السابقة وجدنا المناطق النجومية من السديم تشغل مساحة أكبر ثم أكبر ، ولا تزال تزداد حتى يقع المركز نفسه فريسة فى النهاية فيتقطع نجوما . ولقد بين الدكتور هبل أن التسلسل الموضح فى اللوحات من ٤٤ الى ٤٦ يمكن تتميمه من غير تكلف بأن نضيف اليه أوّلا أقرب جيراننا الينا فى الفضاء ، م ٣٣ (لوحة ٣٨ المقابلة لصفحة ١٢٩) التى تتركب كلها تقريبا من نجوم ، ثم نضيف إليه السحابة المجلية الصغرى (لوحة ٣١ المقابلة لصفحة ١١٢) التى لا تتركب من شىء سوى نجوم . والآن أصبح السديم ليس إلا سحابة من نجوم — ليس إلا مدينة نجومية من النوع الذى سبق أن بحثناه .

واذا نخيط سدائمنا أو تسلسلها يبدأ بشىء يشبه كرة من الغاز ذات زغب قد خلت من شىء يميزها ، وينتهى كمدينة من النجوم . ومن الصعب على كل حال أن نقاوم الظن أن مثل هذا التسلسل هو نموّ مطرد بحيث نجد أثناء مرورنا عليه أن ما كان فى الأصل سحابة غاز لا شكل لها قد تكاثف

بالتدريج إلى نجوم . على أننا نستطيع أن نحقق صحة هذا الحدس بأن نحسب رياضيا السلوك الذى تسلكه سحابة من غاز ساخن إذا ما بردت بالتدريج أثناء تقدّمها فى العمر . إننا نجد أنها تمرّ فى سلسلة الأشكال والأطوار التى يمثلها خيطنا السديمى وأنها تنتهى إلى سحابة نجومية . وفى استطاعتنا أن نفعل أكثر من هذا فنحسب مقدار الغاز الذى ينبغى أن يتكوّن منه كل نجم — أى نستطيع بعبارة أخرى أن نحكم على وزن النجوم المكوّنة بهذه الكيفية ما ذا يجب أن يكون . ولا سبيل هنا الى إجراء حسابات دقيقة لأننا لا نعرف حالة الغاز الأصلى معرفة كافية ، لكن يكاد يكون من الواضح فيما يظهر ، حتى بدون هذه المعرفة ، أن النجوم المتكوّنة بهذه الطريقة الحدسية لها أوزان قريبة جدا من أوزان النجوم فى الواقع .

بناء على هذا يكون من الراجح جدّا أن النجوم ليست إلا قطرات من الغاز متكاثفة (قطرات بالمقياس النجومى بالطبع) متولدة من كتل غازية سديمية تكاثفت الى قطع منفصلة ، كما تتكاثف سحابة البخار الى قطرات من الماء .

وهذا يفسر ببساطة كبيرة لماذا توجد النجوم جماعات كبيرة — أى مدنا من النجوم ، كل مدينة منها قد نجمت من كرة واحدة من الغاز السديمى ، ولذا يجب أن نتصوّر السدائم المنتظمة الشكل لا على أنها مساكن النجوم فحسب ، بل على أنها أماكن ولادتها أيضا : فيها تولد وفيها تحيا وفيها تموت . وإذا رتبنا صورا فتغرافية لسدائم حقيقية فى سلسلة متصلة بالكيفية التى وصفتها — السدائم الكرية فى طرف والسدائم المفرطحة فى الطرف الآخر —

ثم استعرضنا أمام نظرنا هذا التسلسل (كما نستطيع أن نفعل بدراسة اللوحات ٤٤ و ٤٥ و ٣٨ و ٣١ على هـذا الترتيب) اذن لرأينا كتلة من الغـاز فوضى تتغير بالتدريج، لكن باطراد، الى حشد من النجوم . إننا فى الواقع ندرس مولد النجوم .

بذلك نكتشف فى الحال لمـاذا كانت النجوم كلهـا ذات وزن واحد تقريبا . إنها ذات وزن واحد لأنها جميعا بنت عملية واحدة فهى تكاد تشبه أدوات مصنوعة صنعتها آلة واحدة .

نشـــوء النجـــوم

طبيعى أن النجوم لا تحتفظ الى الأبد بأوزانها التى كانت لها عند مولدها فقـد رأينا فيما سبق كيف ينقص وزنها باستمرار بافنائها مادتها وإحالتها اياها الى إشعاع . وعلى الرغم من وجود اختلافات كثيرة فى الرأى فمعظم الفلكيين متفقون على أن النجم فى العادة يولد طفلا كبير الجم له زغب كثير، وتختلف الأطفال النجومية عن الأطفال البشرية فى أنها تنقص فى القـدر وفى الوزن كلمـا تقدمت فى العمر وتضـعف قدرتها الشـمعية فى الوقت نفســه . فاذا صحت هـذه الآراء فان شمســنا لا ينقص وزنهـا بسرعة ٤ ملايين طن فى الثانية فحسب بل قدرها ولمعانهـا أيضا آخذان فى الضمور . ولو نظرنا الى بعد كاف فى المستقبل لأبصرناها قد انضمرت الى نجم "هرم" ربما كان "قزما أبيض" يشبه رفيــق الشعرى الخفى، وان تبعث الشمس عندئذ من

الحرارة ما يكفى لأن يمنع تجمد كل ما على الأرض . ويرجح جدّا أن تكون الحياة جميعها قد اختفت من على الأرض قبل ذلك .

على أننا بدلا من أن نتابع النظر فى ذلك المستقبل الكئيب سننظر الى الوراء فى الزمن ونعرض الماضى من تاريخ شمسنا . إذن نراها أوّلا مجرد نجم طفل — نراها كرة أكثر زَغَبَا وأكبر قدرا وأشد إضاءة مما هى عليه الآن . فإذا رجعنا أكثر من ذلك الى الوراء وجدناها شيئا لا يكاد يسمى نجما بالمرة وجدناها مجرّد فقاعة من الغاز أكثر زغبا مختلطة بفقاعات أخرى تشبهها ، فى سديم من غاز منفوش — وهو السديم الذى قدّر له أن يتكاثف فى النهاية الى مدينتنا النجومية . وهناك سدائم أخرى غازية مبعثرة فى الفضاء كله ستكون على مر الزمن مدنا نجومية أخرى .

مولد السدائم

إننا نستطيع أن ننظر الى ما هو أبعد من ذلك فى الزمن وان كان أكثر ذلك لا يمكن إلا عن طريق الحدس . لنتخيل على سبيل الحدس أن الفضاء كان فى بدء الزمن ممتلئا كله بالغاز امتلاء منتظما ، كما يمتلئ البهو الكبير أو المعبد الجامع بالهواء الذى نتنفسه . عندئذ يكون من الممكن اقامة الدليل على أن الغاز لن يظل منتشرا فى الفضاء بانتظام على هذه الصورة ، بل يبدأ فى الحال يتكاثف كرات منعزلة ، وفى وسعنا أن نحسب مرة أخرى مقدار الغاز الذى ينبغى أن تتكوّن منه كل كرة فنجد لنتيجة الحساب مغزى واضح الدلالة إذ نجد

أن كل كرة تحتوى من الغاز نحو المقدار الذى يحتويه كل سديم من السدائم المقدر لها فى اعتقادنا أن تكوّن مدنا نجومية .

فالراجح بناء على هـذا أن مادة الكون بدأت غازا منتشرا خلال الفضاء بانتظام وأن السدائم خلقت من تكاثف هذا الغاز . فاذا صح هـذا الحدس أمكننا أن نركب قصة نشوء الكون قطعة تضم الى قطعة بالكيفية الآتية :

تاريخ الكون

سنبدأ عند مبدأ الزمن حين كانت جميع الذرّات المقدّر لهـا أن تكوّن الشمس والنجوم والأرض والسيارات وأجسامكم وجسمى، وأيضا جميع الشعاع الذى انصب من الشمس والنجوم منذ ذلك الحين ــ نبدأ حين كان ذلك كله مختلطا بعضه ببعض ومكوّنا كتلة من الغاز فوضى تملأ الفضاء كله . ولما كانت جاذبية كل قطعة صغيرة من الغاز تؤثر فى جميع القطع الأخرى فان تيارات تنشأ بالتدريج . وأينما أحدثت هـذه التيارات تجمعا طفيفا من الغاز ازدادت قوّة الجاذبية عنده، فأخذ كل من هذه المتجمعات الصغيرة يجذب نحوه مقدارا آخر من الغاز. ان الطبيعة تتصرف طبقا لقانون "من كان يملك شيئا أُعطى زيادة"، فالقطع الناجحة من الغاز تنمو إلى تكاثفات ضخمة تزداد باستمرار على حساب القطع الخائبة حتى تبتلعها فى النهاية . وكما اتخذت الأرض والشمس والسيارات أشكالا منتظمة تحت تأثير الجاذبية فان هـذه التكاثفات تبـدأ الآن تتخذ أشكالا منتظمة فتكوّن ما قـد سميناه سـدائم

منتظمة الشكل ، وتأتى التيارات الغـازية التى بدأت وجود هذه السـدائم فتحملها الآن على الدوران فلا تكون كرية الشكل تمـاما بل يكون شـكلها فى مبدأ الأمر كالبرتقالة مثل أرضنا الدوارة ، وكلما ضمرت تغـيرت أشكالها باستمرار وازداد تفرطحها ازديادا مطردا . ثم نعود فنرى الغاز الذى عند حوافها الخارجية يتكاثف كتلا متميزة ، فاذا بالنجوم تولد ، وإذا بالسدائم التى لا شكل لهـا تتحوّل إلى مدائن نجومية تكون عند ولادتها مفرطحة ، وتظل مفرطحة بسبب دورانها .

والآن ونحن نرقب هذه الرواية العظيمة تمثل نفسها قد نلحظ نجما خاصا هو شمسنا تقع له الحادثة غير العادية التى سبق أن وصفناها : يقترب منه نجم آخر اقترابا لم يسبق لأى نجم آخر قط أن اقترب ، فينشئ فيـه مدودا أعلى من أى مدّ أنشئ فيه من قبل — مدودا كجبال عظيمة من غاز نارى تسـير فوق سطح الشمس . وأخيرا يزداد اقتراب النجم الثانى من الشمس بحيث لو كان شخص واقفا على سطحها لبدا له ذلك النجم مالئا جزءا كبير من السماء ، وفيما هو يقترب هكذا تصير قوّة جاذبيته من العظم بحيث تُنتزع قمة الموجة المدّية من الشمس وتتكاثف ذاتها قطرات . هذه القطرات هى السيارات . والأرض واحد من أصغرها وهى فى أوّل الأمر تكون كتلة فوضى من غاز نارى لكنها تأخذ تبرد فيستحيل وسطها إلى سائل ، ثم تصير بمرور الزمن إلى درجة من البرودة تتكوّن معها قشرة صلبة على سطحها ، ثم بعد ذلك اذا ما ازدادت برودتها يبدو على هذه القشرة الصلبة ظاهرة جديدة عجيبه : تأخذ طوائف

من الذرّات تتحدّ فتكون هيئات منظمة متماسكة من النوع الذى لمّا لم نعرف شيئا عن طبيعته ولا عن الطريق التى ظهر بها أول مرة فى الوجود سميناه بالحياة . ومهما تكن هذه الحياة فانها تبدى مقدرة غريبة على تكرار نفسها ، وفيما هى تفعل ذلك نجدها تكون على الدوام هيئات تزداد ثم تزداد فى التعقيد على مرّ الزمن . وفى النهاية نرى أنفسنا واقفين عند أبعد نقطة بلغها الزمن فى إماطة اللثام عن نفسه ، ممثلين أعقد الكائنات الحية التى تولدت للآن على سطح الأرض . ولسنا ندرى قط ما إذا كان على سيارات الشموس الأخرى حياة أكثر تعقيدا من حياتنا أو فقط حياة أقل من حياتنا تعقيدا أو لعله ليس هناك حياة مطلقا . لكنا ونحن نرسل البصر إلى الوراء فيما لا عداد له من منعطفات ممرّ الزمن العظيم ندرك أن جنسنا لا شك أحدث قادم إلى هذا الكون ، وأن ماضينا القصير ما هو إلا هباءة من الزمن فى تاريخ الكون . على أن ذلك المنظر العظيم المترامى لا يزال يبسط من نفسه ، وإذا استدبرنا ما تكشف منه بالفعل أقبلنا على مستقبل ممتد إلى ما هو أطول من ماضينا آلافا بل ربما ملايين من المرات — مستقبل أطول من كل ما تستطيع عقولنا أن تتصوّره . عندئذ ندرك أنه من الراجح جدّا أن نكون الآن عند مبدأ حياة جنسنا ، وأننا لا نزال عند فجر يوم لا يكاد يتصوّر طوله أحد .

الفصل الثامن

الكون العظيم

لم يكن علم الفلك منذ قرن يهتم إلا قليلا بما وراء الشمس والقمر والسيارات — تلك المستعمرة الصغيرة التى سميناها أسرة الشمس. أما اليوم فالذى يشغله قبل كل شيء أن يدرس بالتفصيل النجوم المختلفة الأخرى والمستعمرات النجومية مثل النجوم الثلاثة التى تكوّن مجموعة ألف قنطورس، أقرب جيراننا فى الفضاء. وجُمّاع أمثال كل تلك النجوم والمستعمرات تكوّن المجموعة المجرية، ذلك الركام العظيم من النجوم الذى حافته المجرة. وقد اكتشف علم الفلك فى الوقت نفسه أنه حتى هذه المجموعة الهائلة ليست إلا واحدة من عدد عظيم من مجموعات تشبهها الى حدّ ما . وربما أمكن تلخيص الموقف الحالى فى العبارات الثلاث الآتية :

(١) الأرض ليست إلا فردا من أفراد الأسرة الشمسية .

(٢) الأسرة الشمسية ليست إلا فردامن أفراد المجموعة المجرية .

(٣) المجموعة المجرية ليست إلا فردا من أفراد مجموعة المدن النجومية التى فى الفضاء .

هذا أبعد ما وصل إليه علم الفلك للآن ، لكن يحق لنا أن نعجب

ما ذا سيكون الموقف بعد الآن بألف سنة مثلا ؟ هل ستكون القضايا الثلاث المذكورة آنفا لا تزال كافية أو ستكون قد أكملت بقضايا أخرى من الضرب نفسه؟ وبتعبير آخر، هل سنجد أن كل مجموعة المدن النجومية ليست إلا وحدة من وحدات جمع أعظم، وأن هذا الجمع ياترى ليس إلا وحدة من وحدات شيء أعظم حتى من هذا ؟

هذا السؤال قديم ، ففى سنة ١٧٥٥ كتب كانْت فى كتابه "نظرية السموات" :

إذا كانت عظمة عالم السيارات ، الذى لا يكاد الانسان يحس فيه بالأرض إلا كما يحس حبة من الرمل، تملأ الأفهام عجبا ، فماذا تكون دهشتنا عند ما نبصر الحشد اللانهائى من العوالم والمجموعات التى تملأ امتداد المجرة ؟ ثم تأمل الى أى حدّ تزداد هذه الدهشة عند ما ندرك الحقيقة وهى أن كل هذه الطبقات الهائلة من العوالم النجومية ليست هى الأخرى الا واحدا من عدد لا نعرف آخره . لعله كسابقه مجموعة فوق ما يتصور العقل فى الاتساع — وليست مع ذلك إلا فردا من أفراد طائفة جديدة ! فنحن الآن إنما نرى الأفراد الأولى من سلسلة من العوالم والمجموعات المطردة الاتصال ، والجزء الأول من هذه المتوالية اللانهائية يعيننا بالفعل على إدراك ماذا يجب أن نحدسه عن المجموع . إنه ليس هنا آخر يعرف وإنما هى هاوية عظيمة يرتد عنها الادراك كليلا حسيرا .

لقد كان هذا حدسا يروّع ويبهر لكن العلم الحديث لا يؤيده فإن العلم ينبئنا بدلا من ذلك بأن مجموعة المدن النجومية تكوّن الكون بأسره وأنه إذا كان وراء ذلك شيء فلا يمكن أن يكون سوى أكوان أخرى كاملة لاتفاعل بينها وبين كوننا . وإذن فالقضايا الثلاث المذكورة فى صفحة ١٤٤ تامة لا تقبل المزيد .

نموذج للكون

قد شبهنا السدائم الكبرى التى فى الفضاء بمدن نجومية، واتخذنا لندن مثلا لمدينتنا نحن النجومية : وهى مجموعة النجوم التى تبدو فيها شمسنا فردا من الأفراد العاديين، والتى تتكوّن المجرة من أفرادها الأبعدين. ثم رأينا أنه قد يمكن بعد ذلك تمثيل أقرب مدينتين نجوميتين فى الفضاء بكمبردج وأكسفورد . كل بوصة فى لندن أو كمبردج أو أكسفورد تمثل نحو $1\frac{1}{2}$ مليون مليون ميل فى المدن النجومية المناظرة لها ، وهى المسافة التى يقطعها الضوء فى ثلاثة أشهر . وكل بوصة من العراء الذى بين لندن وكمبردج أو أكسفوزد تمثل نفس تلك المسافة فى الفضاء الفلكى .

وقد كنا باجراء هذه المقارنات نبنى فى الواقع نموذجا ما لمجموعة نجومنا نحن ولأقرب جيرانها إليها فى الفضاء طبقا لمقياس لا بد أن يكون صغيرا جدا، مقياس يختزل المسار السنوى للأرض حول الشمس إلى أثارة لا ترى إلا بالمجهر قطرها جزء من ثمانية آلاف جزء من البوصة ، وتصير به المجموعة الشمسية بأسرها حتى فلك بلوتو إلى مثل حبة الرمل ليس إلا ، وتقع كل النجوم التى نستطيع رؤيتها بأعيننا المجرّدة داخل منطقة تمتدّ إلى ياردات قليلة من هذه الحبة الرملية ، بل يقع أغلبها فى الواقع على قاب أقدام قليلة من هذه الحبة، فمجموعة ألف قنطورس تبعد عنها بأقل من ١٨ بوصة والشعرى اليمانية بأقل من ياردة . فلنمض فى تميم بناء نموذجنا على هذا القياس .

إن أكبر مرقب على الأرض يكشف لنا عن نحو مليونين من السدائم المنتظمة الشكل وإذن يجب أن نضع فى نموذجنا نحو مليونين من المدن النجومية . ولقد تكلمنا للآن عن ثلاث من هذه المدن تمثلها لندن وكمبردج وأكسفورد تمثيلا حسنا إلا أن بعضها أقرب الى بعض من أن تمثل المدنَ النجومية العادية فى الفضاء ، فهذه فى معظم الأحوال لا يكون بعضها قريبا من بعض إلى الحدّ الذى جمعت المقادير به بيننا وبين أقرب جيراننا إلينا ، فنحن نسكن من الفضاء منطقة يغلب عليها الازدحام بالسكان . وإلا ففى المتوسط يستغرق الضوء أو الرسالة اللاسلكية ما يقرب من مليونى سنة للسفر من مدينة نجومية إلى أقرب مدينة إليها فى الفضاء ، وإذا تأملنا فى أن إبراق إشارة من إحدى المدن النجومية إلى التى تليها وتلقى جواب الاشارة يحتاج من الزمن إلى مثل عمر الإنسان ستين ألف مرة أدركنا أى كائنات قصيرة العمر نحن فى هذا الكون .

والسدائم المبينة فى لوحة ٤٣ على بعد ٥٠ مليون سنة ضوئية فيجب أن توضع فى نموذجنا على بعد نحو ٣١٠٠ ميل من لندن وإذن تمثلها طائفة من المدن والبلاد فى إحدى بقاع الولايات المتحدة الشرقية بأمريكا .

وأقصى السدائم التى نراها فى الفضاء يبلغ بعدها نحو ١٤٠ مليون سنة ضوئية أى يستغرق ضوءها ١٤٠ مليون سنة فى الوصول إلينا ، وإذ قد مثلنا بلندن لمدينتنا النجومية وبكمبردج لأقرب جيراننا إلينا فان المكان الذى تمثل به أقصى المدن النجومية يجب أن يكون على بعد نحو ٨٥٠٠ ميل من لندن .

فالى أين يبلغ بنا هذا ؟ إن سياحة على سطح الأرض مقدارها ٨٥٠٠ ميل من لندن قد تصل بنا الى رأس هورن أو غرب أستراليا أو أواسط بولينيزيا أو القارة المتجمدة الجنوبية — فنحن نستطيع أن نضع أقصى المدن النجومية فى أى واحد من هـذه الأماكن وتكون أبعادها عن لندن قريبة من الحقيقة على حسب المقياس الذى نبنى نموذجنا طبقا له . والآن تكون هذه السدائم والسدائم الأقل منها بعدا قد غطت جميع سطح الأرض تقريبا فلا يبقى منه غير مشغول سوى منطقة صغيرة فى الجهة المقابلة — وهى بالدقة داخل دائرة فى المحيـط الهادى الجنوبى نصف قطرها أقل من ٤٠٠٠ ميل . وإذا كنا بانين نموذجنا ونحن على سطح الأرض لا يتبقى لدينا منفسح يذكر لتمثيل ماهو أبعد مما ذكرنا من أجزاء الفضاء .

ومع كل فيجب أن نتذكر أن الفلكيين الأمريكيين مشـتغلون بتصميم مرقب جديد تكفى قوّته لسـبر ضعف الفضاء الذى يمكن سبر غوره الآن بأقوى مرقب موجود ، فلهم بحق أن يرجوا الكشف عن سدائم تبعد عنا ضعف ما تبعد السدائم التى كنا نتحدّث عنها . فاذا كنا مُدخلين هـذه المدن النجومية الجديدة فى نموذجنا ، فلا بد لنا من أن نضعها على بعد ١٧٠٠٠ ميل من لندن .

ولن نستطيع أن نفعل ذلك ما دمنا على سطح الأرض . إن من السهل علينا أن نقوم على سطح الأرض بسياحة طولها ١٧٠٠٠ ميل ، إلا أن ذلك لن يبعدنا عن لندن بمقدار ١٧٠٠٠ ميل ، فان سياحة كهذه تعود بنا فى الواقع

إلى قريب من لندن إذ نكون عندئذ قد قطعنا ثلاثة أرباع محيط الأرض. وهذا قد يجعلك تظن أننا قد أسأنا فى اختيار سطح الأرض نبنى منه نموذجا للفضاء إذ كان ينبغى أن نختار لهذا الغرض شيئا نستطيع أن نسير عليه الى أى بعد نشاؤه — الى الأبد إن اقتضت الحال .

ولم يقتصر الأمر على أن الفيلسوف كانْت ظن هذا عام ١٧٥٥ كما تشهد القطعة التى رويناها فيما سبق ، بل كان معظم العلماء يقولون بهذا حتى منذ عشرين سنة على أننا اليوم نرى أن سطح الأرض يصلح لأن يكون نموذجا حسنا جدا للفضاء من وجه واحد على الأقل .

وموضع الحسن فيه أنه لا يمتد الى ما لا نهاية : أنه محدود المقدار فلا يتسع لمدن نجومية لا آخر لها ممتدة الى أعماق من الفضاء لا نهاية لها .

الكون المحدود

قد رأينا أن الفلكيين كانوا الى عهد قريب لا يهتمون إلا قليلا جدا بأى شيء بعد الشمس والقمر والسيارات والنجوم القليلة الأقرب الينا . ولم يكن لهؤلاء الفلكيين الخيرة فى ذلك فان مراقبهم الضعيفة لم تكن كافية للتوغل فى ارتياد الفضاء ، فقد كانوا مضطرين الى الاقتصار على المناطق القريبة سواء أرادوا أم لم يريدوا . وكان مثلهم فى ذلك مثل البحارة اليونانيين الذين ارتادوا منذ ثلاثة آلاف سنة بعض جزائر صغيرة فى بحر الأرخبيل كانت بالنسبة لهم هى الدنيا بأسرها إذ لم تكن لديهم وسائل للملاحة تحملهم إلى أبعد من هذا . وما كانوا يعبأون أمتد المحيط الذى حولهم الى مئات أم الى آلاف أم الى

ملايين من الأميال لأنهم ما كانوا ليأملوا بأية حال من الأحوال أن يصلوا الى مناطقه البعيدة .

ثم تعلم الناس كيف يزيدون فى قدر السفن وفى قوتها وكذلك فى مهارتهم فى الملاحة ، وزاد ذلك فى طول أسفارهم فوق البحار شيئا فشيئا حتى أمكن فى تلك العصور الزاهرة ، أيام مجلان ودريك ، المسير بالسفن حول الدنيا بأسرها لتعود الى حيث بدأت ، وعندها اصبحت الدنيا جميعها مفتحة للاستكشاف . وفوق هذا فقد كان قدر الأرض قد علم عندئذ ، وكان البرهان قد قام على أن سطحها لا يمتد الى مسافة لانهائية ، وأن ما كان منها ينتظر الارتياد والمسح ذو قدر محدود ، وأصبح للناس أن يأملوا أن يحيطوا علما بسطح الأرض جميعه قبل أن يمضى زمن طويل . وها نحن أولاء اليوم ولما يمض إلا أربعة قرون منذئذ نستطيع أن نقول بحق إن سطح الأرض أصبح معروفا كله تقريبا . إن علم الفلك اليوم مشرف على موقف كالذى كانت فيه الجغرافية منذ أربعة قرون .

فالفلكيون الأقدمون لم يشغلوا بالهم أكثر مما ينبغى بما عسى أن يكون شأن الفضاء : أممتد هو امتدادا لا نهائيا أم لا . ذلك لأنهم كانوا يعلمون أن امتداداته القاصية كانت على أية حال أبعد من متناولهم كما كانت الناحية الأخرى من الأرض أبعد من متناول البحارة اليونانيين الأولين فى بحر الأرخبيل . لكن الفلكى الحديث يعتبر العالم فضاء مقفلا محدودا — محدودا كسطح الأرض . واذا لم يكن الفلكى قد عرف الكون

كله بعد فان لديه من الأسباب القوية مايجعله يؤمل أن يصل الى ذلك قبل أن يمضى زمن طويل . فنحن أهـل اليوم لم نعد نفكر فى أعماق عظيمة من الفضاء غير معروفة ولامسبورة، ممتدّة بعيدا عنا فى جميع الاتجاهات من غير انقطاع ، بل قد بدأنا نتصوّر الكون كما تصوّر الأرض كلومبس ومن بعـده مجلان ودريك . بدأنا نتصوّره شيئا بالغ الكبر لكنه مع ذلك ليس لا نهائى الكبر، شيئا نسـتطيع تعيين حدوده ، شيئا يمكن تصوّره ودراسته ككلٍّ واحد تام، شيئا قابلا لأن تدور حوله بتمامه إن شئت .

وهــذا يفسر صلاحية سطح الأرض ولو من وجهة واحدة لأن يكون نموذجا جيدا للفضاء . إننا اذا سرنا على استقامة واحدة فوق سطح الأرض زمنا ذا طول كاف فانا نعود ثانيــة الى النقطة التى بدأنا منها وعندئذ نكون قد سحنا حول الدنيا . كذلك يعتقد العلماء الآن أنه لو كان فى استطاعتنا أن نسير على اســتقامة واحدة عبر الفضاء زمنا كافيا لعدنا كذلك الى النقطة التى بدأنا منها، ونكون عندئذ قد سحنا حول الكون .

والأسباب التى تحملنا على هــذا الاعتقاد ليست أســبابا فلكية بطبيعتها وما كان الذى اكتشف أن الفضاء يجب أن ينثنى على نفسه، كما يفعل سطح الأرض، فلكيا بل هو أينشتين الرياضى الطبيعى . فاذا كانت نظريته فى النسبية صحيحة كان من المستحيل أن يمتدّ الفضاء الى ما لا نهاية وكان من المحتم أن ينثنى على نفسه كما ينثنى سطح الأرض .

والآن ستسألنى عمــا اذا كانت نظـرية النسبية هــذه صحيحة . وليس

فى وسعى أن أجيبك بالتحقيق ، وكل ما أستطيع أن أقوله هو أنه ما من تجربة أجريت للآن بقصد اختبار نظرية النسبية إلا كانت نتيجتها فى صالح النظرية . لهذا لا يتردّد علماء اليوم فى قبول كل من النظرية ونتائجها ، ومن أهم تلك النتائج أن الفضاء لا يمتدّ الى ما لا نهاية وانما ينثنى على نفسه وفى النهاية ينقفل كما هو شأن سطح الأرض .

ومن نتائج انثناء سطح الأرض على نفسه حتى ينقفل أن هنالك طريقين للسفر من لندن الى زيلندا الجديدة ، فللسائح أن يذهب شرقا عن طريق السويس والمحيط الهندى أو يذهب غربا عن طريق أمريكا والمحيط الهادى . وفى كل صيف يفد على لندن عدد كبير من سكان زيلاندا الجديدة بعضهم جاء من طريق والبعض جاء من الطريق الآخر ، بحيث أنهم عند ما يلتقون فى لندن يكون وصول بعضهم فى الشرق ووصول البعض الآخر فى الجهة المضادة له بالضبط وهى الغرب . كذلك لو كان الفضاء كسطح الأرض لوجب أن يكون هنالك طريقان من إحدى نهايتى الكون الى الأخرى . واذا كنا لا نزال نعتبر لندن ممثلة لمدينتنا النجومية فان المدينة النجومية التى فى منطقة من الفضاء تناظر زيلاندا الجديدة تبعث ضوءا فى جميع الاتجاهات ، وبعض هذا الضوء يسقط على الأرض وبه نرى ذلك السديم . لكن المدينة النجومية سترسل أيضا ضوءا فى الاتجاه المضاد لهذا بالضبط ، وبعض هذا الضوء وهو قادم من الناحية الأخرى من الفضاء سيسقط أيضا على الأرض ، ولذا ينبغى أن نرى المدينة النجومية بهذا الضوء أيضا . فالضوء من المدينة النجومية

الواحدة سيصل الينا عن طريقين متضادين تمـاما ، كما يصـل سكان زيلندا الجديدة الى لندن . ونتيجة هذا أننا سنستطيع أن نرى المدينة النجومية نفسها بأن ننظر فى اتجاهين متضادين تماما فى الفضاء .

ولنأخذ مثلا محدّدا وليكن المدينـة النجومية الأقرب الينا فى الفضـاء وهى السديم م ٣٣ فى كوكبة المثلث . اذا كان فى استطاعة الضوء أن يسير حول الفضـاء كله فان بعض الضـوء المنبعث من هـذا السديم ينبغى أن يصل الينا من الاتجـاه المضاد تمـاما لاتجاه كوكبة المثلث ، بحيث أننا اذا نظرنا فى هذا الاتجاه المضاد وجب أن نبصر السديم م ٣٣ وان كان سيبدو بالطبع مجرّد جرم صـغير ضعيف الضوء جدا لأن الضوء الذى به نراه يكون قبل أن يصل الينا قد سار حول الفضاء كله تقريبا . كذلك اذا نظرنا فى الاتجاه المضاد تماما لاتجاه كوكبة المرأة المسلسلة وجب أن نرى أقرب جار لنا فى الفضاء بعد الأول وهو السديم الأعظم فى كوكبة المرأة المسلسلة نراه أيضا جرما صغيرا ضعيف الضوء جدا .

والآن عند ما ندير مراقبنا فى الاتجاهين المضادّين تماما للاتجاهين اللذين يقع فيهما أقرب جارين لنـا ، نرى حقيقة سديمين صغيرين ضئيلين جدا ، وقد ظن بعضهم أننا عند ما ننظر الى هذين السديمين نكون فى الحقيقة انمـا ننظر الى أقرب جارين لنا من أطول الطريقين حول الفضاء ، وذلك بالضبط كما قد يسمع المنصت الى اللاسلكى فى لندن أصوات دافنترى ضعيفة خافتة آتية عن الطريق الطويل حول الأرض ، ويكون البرنامج المسموع قد قطع

عندئذ ما يربو على ٢٤٠٠٠ ميل حول الأرض قبل الوصول الى مستقبله الهوائى . هذا ظن فيه كثير من الطرافة لكننى أخشى أن يكون من بُعد الاحتمال بحيث لا يمكن الأخذ به قط . إن الشواهد كلها تدل على أن الفضاء أكبر بكثير من أن تحيط به مراقبنا الحالية إبصارا ، كما أن الأرض أكبر بكثير من أن تستطيع المستقبلات اللاسلكية العادية أن تلتقط البرامج التى دارت حول الأرض دورة كاملة .

ومن المهم أن نفهم أن محدودية الفضاء هى كمحدودية سطح الأرض لا كمحدودية الأرض الجامدة . إن الأرض الجامدة محدودة أيضا لكن على وجه يغاير الأول تماما . إننا اذا ما سافرنا فى خط مستقيم مخترقين الأرض الجامدة وصلنا بمرور الزمن الى شىء ليس بالأرض الجامدة إذ نكون قد حفرنا نفقا فى الأرض نفذنا منه الى الهواء الطلق مرة أخرى . لكنا من الناحية الأخرى اذا سافرنا فى خط مستقيم فوق سطح الأرض فلن نصل أبدا الى ما ليس بسطح الأرض . والفضاء شبيه بهذا ، فليس من الممكن قط أن ننتقل من الفضاء الى شىء ليس بفضاء .

وقد نصوّر المسألة تصويرا أوضح اذا شبهنا الفضاء بغشاء فقاعة صابونية كرية . عندئذ يجب أن نشبه أنفسنا وكل الأجسام المادية الموجودة فى الفضاء وجميع الضوء السابح فيه بنوع من الكائنات التى لا يمكن أن توجد إلا فى الغشاء الصابونى ولا يخطر ببالها قط أن تخطو جانبا خارج الغشاء . ونظرية النسبية لأينشتين تبين أن الفضاء محدود بنفس معنى محدودية غشاء فقاعة الصابون

الكون المتمدّد

وفى السنوات الأخيرة حدث تقدّم آخر من طراز يسترعى ويبهر . إن كل طفل يعرف أن من السهل نفخ فقاعة من الصابون، لكن المحافظة عليها زمنا أكبر من دقيقة أو دقيقتين أقل سهولة من هذا بكثير لأن الفقاعة تكون بعد هذه الفترة عرضة لأن تنفجر بغأة وتختفى . وقد اكتشف حديثا جدا أن الكون شبيه بهذا، فقد بين رياضى بلجيكى يدعى لِمِتْر أن الكون كما يصوّره أينشتين له خواص كخواص فقاعة الصابون فهو غير ثابت الاتزان وإنْ بمعنى آخر غير معنى عدم ثبات فقاعة الصابون. إن مظهر عدم ثبات اتزان الكون هو أنه غير قابل لأن يقف ساكنا، إذ الكون بمجرّد خروجه الى حيز الوجود يأخذ حجمه فى الازدياد ولا مناص له من أن يستمر فى التمدّد الى غير حدّ، فهو لا يشبه فقاعة الصابون التى نفخناها وفصلناها عن الغليون بقدر ما يشبه الفقاعة التى لا نزال ننفخ فيها ولما تفارق الغليون، فحجمه يزداد على الدوام ولا مناص من أن يظل يزداد حتى آخر الزمن . وكما إن فقاعة الصابون كلما ازدادت حجما رقّت شيئا فشيئا باستمرار وظلت أجزاؤها المختلفة يتباعد بعضها عن بعض، كذلك كلما زاد حجم الكون ازداد بعد ما بين الأجرام المختلفة فى الفضاء وتحركت السدائم، تلك المدن النجومية العظيمة الواقعة فى الغشاء الصابونى، فظل تباعُد بعضها عن بعض فى ازدياد . إن أغلبها حتى فى الوقت الحاضر هو من البعد عنا بحيث نحتاج فى رؤيته الى مرقب قوى حقا، وعلى مر الزمن سيأتى وقت

يكون بعدها عنا أكبر حتى من بعدها الآن، فنحتاج فى رؤيتها الى مراقب أقوى حتى من المراقب الحالية .

وفى الحق إن علينا أن نقدّر حالة أسوأ حتى من هـذه فان العالم الذى يتمدّد لا يزداد حجمه باستمرار فحسب بل تزداد سرعة تمدّده على الدوام، وإذن فلا بدّ أن يأتى عليه وقت يتمدّد فيه بسرعة هى من العظم بحيث لا يمكن شعاعا من الضوء قط أن يتم الدورة حول العالم أبدا، فإن الضوء حين يكون قد قطع مليون ميـل يكون محيط الكون قد تمدّد بقدر مليونى ميل، وبذا يكون ما على الضوء أن يقطعه بعـدُ أطول مما كان عليه أن يقطعه من قبل، وعنـدئذ تكون محاولة اكتناف الكون بالإبصار كمحاولة اللحاق بقطار قد صارت سرعته أكبر من السرعة التى نستطيع أن نجرى بهـا . قلت إن مثل هـذا الوقت لا بدّ آت، وينبغى أن أضيف أنه اذا كان لنـا أن نثق بحسابات الرياضيين فهذا الوقت قد حل بالفعل، أى أننا قد ولجنا الكون بعد أن ولى زمن اكتنافه بالإبصار .

ان للفلكيين وسائل لقياس الانطلاقات التى بها تتحرك الأجرام الفلكية مبتعدةً عنا أو مقتربة منا، وإذن ينبغى أن يستطيعوا أن ينبئونا ما اذا كانت السدائم البعيدة تتحرك حقا مبتعدة عنا كما يؤكد لنا الرياضيون أنها لا ريب تفعل .

جفـول السـدائم

أما نتائج قياس انطلاقات السدائم فشىء يسترعى حقا ويبهر . إنها تبين أن السـدائم كلها تقريبا تجفل منا بسرع بالغة فان الهرب بسرعة ألف ميل

فى الثانية يعدّ بطيئا حقا اذا ما قيس بسرعة هروب السدائم، فمعظم السدائم تتباعد عنا بسرع أكبر بكثير من تلك السرعة على ما يظهر، وقد وجد فى مرصد مونت ولسن أن آخر سديم فحصوه يتباعد عنا بمعدّل ٢٦ مليون ميل فى الساعة أى قدر انطلاق الطيارة السريعة ٢٠٠٠٠٠ مرة تقريبا .

ومع ذلك فان بلوغ هذه السرعة الظاهرية هذا الحدّ من العظم يشكك كثيرا من الفلكيين فى كونها حقيقة واقعة، إذ لو كانت كذلك لكان الكون كله يتمدّد بل نكاد نقول ينفجر بسرعة مروّعة حقا اذا قدّرنا الزمن بالقياس الفلكى، ولوجب أن يكون الكون كله أقصر أجلا بكثير مما يظن عادة، والأدلة الفلكية العامة تشير الى عكس هذا تماما .

إننا نستطيع أن نحكم على أعمار النجوم بطرق مختلفة — بأوزانها ومظاهرها وحركاتها وهكذا — كما نحكم على عمر الحصان من أسنانه ومظهره وعمله . والأدلة كلها، بحسب ما نستطيع أن نرى فى الوقت الحاضر، تدل على أن عمر النجوم ملايين الملايين من السنين . فاذا كانت تقديراتنا أعمار النجوم صائبة فلا يمكن أن يكون الكون متمدّدا حقا بذلك المعدّل البالغ الذى تشير اليه فيما يبدو حركات السدائم فى الظاهر، فانه لا يتأتى أن يكون الامتداد ظل سائرا بهذا المعدّل أو شبهه أكثر من آلاف قليلة من ملايين السنين على أكثر تقدير وإلا لوجب أن يبدأ الكون من العدم أو من أقل من العدم .

لا أظننا بحاجة لأن نسيء الظن بالمقاسات نفسها التى منها استنتجت

تلك الانطلاقات الكبيرة للسدائم فان مثل تلك المقاسات سهل عمله ومن المؤكد أنها صحيحة الى حدّ معقول ، وانما الذى يصح التشكك فيه هو القاعدة المنطوية تحت تلك المقاسات . فهناك أشياء كثيرة جدا يمكن أن تبدو فى الظاهر كأنها آثار نتجت عن تباعد عظيم السرعة ، ومن المحتمل أن يكون أحد هذه الأشياء هو الذى يرجع اليه ظهور السرعة بتلك الصورة التى تسترعى وتبهر .

ومع ذلك فلو كانت المقاسات خطأ محضا وكانت كل تفسيراتنا لها خطأ أيضا — بل لو قام الدليل على أن الانطلاقات المفروضة كانت كلها كاذبة — لكان من المعقول مع هذا فيما يظهر أن العالم فى تمدّد . وتدل البحوث الرياضية التى قام بها لمتر على أن العالم لا يستطيع أن يقف ساكنا بأية حال من الأحوال ، والأمر الوحيد الذى هو موضع التساؤل هو هل يحدث تمدّد الكون بذلك المعدّل الذى تبدو أرصاد السدائم أول وهلة كأنما تشير اليه أو هو يحدث بمعدّل أصغر من هذا ؟ هذا سؤال فنى لا نزال ننتظر الجواب عنه ، ولا نشك فى أن العلم سيكتشف الحقيقة قبل مضى زمن طويل . أما أنه لم يكتشفها للآن فلعله غير مستغرب إذ أنه لم يشرع ينظر فى الكون جملة إلا منذ سنوات .

قدر الكون

لو أن الكون لم يخرج الى حيز الوجود إلا حديثا ولم يكن للآن قد بدأ يتمدد الى أية درجة محسوسة إذن لما توقف تكوّره إلا على توزع المادة

فيه ، ومن هذا نستطيع أن نحسب أن سياحة الضوء حول العالم كانت تستغرق نحو ٥٠٠,٠٠٠ مليون سنة .

ومن الناحيــة الأخرى اذا كانت الانطلاقات الظاهرية التي تتباعد بهـا السدائم تعـبر عن تمدّد واقعي للكون لا عن غيره إذن يكون الكون الأصلى قبل بدء التمدّد أصغر حتما من هذا الكون بكثير، أصغر منه الى حدّ يستطيع معـه الضوء أن يطوف حوله فى نحو ٨٠٠٠ مليون سنة . والكون الحالى ، أى الكون المتمدّد ، يجب بالطبع أن يكون أكبر من هذا . لكننا لا نكاد نستطيع أن نقول أكبر كم مرة ، فإن كل ما نعرفه هو أن محيطه لا بد أن يكون أقل من ٥٠٠,٠٠٠ مليون سنة ضوئية أى أقل من المقدار الذى كان يبلغه لو لم يتمدد الكون بأسره .

ومهما يكن ما ستثبته الأيام من تغير صحيح للحركات الظاهرية للسدائم فان الراجح أن يقع محيط الكون بين ٨٠٠٠ مليون و ٥٠٠٠٠٠ مليون سنة ضوئية ، وهذا مدى واسع . ومع كل فان الرقم الحقيقى لا يهمنا من وجهٍ إلا قليلا إذ حتى أصغر الأرقام المحتملة واقع وراء أقصى حدود تصوّرنا . ومهما يكن قدره فان أبعـد مسافة فى الفضاء أمكن مراقبنا أن تنفذ إليهـا للآن وهى ١٤٠ مليون سنة ضوئية ليست إلا كسرا صغيرا جدا من الطريق حول الكون كله .

مادة الكون

وفى حدود تلك المسافة البالغة ١٤٠ مليون سنة ضوئية يمكن رؤية نحو مليونى سديم كل منها يحتوى من المـادة تقريبا قدر ما تحويه ٢٠٠٠ مليون

شمس . ولذا كان مجموع المادة الموجودة فى حدود مدى مراقبنا يساوى بوجه التقريب مادة ٤٠٠ مليون مليون شمس . هذا المقدار يصح وصفه بأنه مجموع ما يمكن أن نراه بمراقبنا من مادة، ويجب أن يزيد المجموع الكلى للمادة الموجودة فى الكون على هذا .

وقد حسب السير أرثر إدنجتن أنه اذا كانت السدائم تبتعد عنا بالفعل بالسرعة التى يبدو أنها تبتعد بها إذن يتحتم أن يكون المجموع الكلى لمقدار المادة الموجودة فى الكون بأسره قدراً ما فى ١١٠٠٠ مليون مليون مليون شمس — أى قدر ما نرى بمراقبنا ثلاثة ملايين مرة تقريبا . واذا كانت الأجزاء التى لا نستطيع رؤيتها من الكون شبيهة فى صميمها بما نستطيع أن نراه منه فلن يكون لهذا أى معنى سوى أن الكون كله لا بد أن يكون قدر ما نراه منه نحو ثلاثة ملايين مرة، ويكون محيط الكون فى هذه الحالة نحو ١٠٠٠٠٠ مليون سنة ضوئية — فلو وقف تمدده فجأة لأمكن الضوء أن يطوف حوله تماما فى ١٠٠٠٠٠ مليون سنة ضوئية . لكن هذا التقدير مشكوك فيه للغاية على أية حال واذا تبين أن جزءا من الانطلاقات الظاهرية التى تبتعد بها السدائم كاذبا ، فلا تبتعد السدائم فى الواقع إلا بأبطأ مما يظهر، وإذن يكون المجموع الكلى لمادة الكون أكبر حتما مما فرضنا ويكون قدر الكون أكبر بما يناسب ذلك .

واذا جاز لنا أن نحكم على الكون من أجزاء الفضاء التى فى متناول الرصد المرقبى كان جزء كبير من مادة الكون قد تكاثف بالفعل نجوما، وبديهى أننا

لا نستطيع أن نعين المجموع الكلى للنجوم فى الكون بأية درجة من الدقة لكن نستطيع أن نشير الى عظم اتساعه بقولنا إنه يحتوى من النجوم على الراجح قدر ما على شواطئ بحار الأرض من حبات رمل ، واذا جئنا بتشبيه آخر قلنا إن المجموع الكلى للنجوم فى الكون مساو على الراجح عدد قطرات المطر التى تسقط على مدينة لندن كلها فى يوم مطير . ويجب أن نتذكر أن النجم المتوسط أكبر من الأرض حوالى مليون مرة .

وكان يصح أن نظن أن الفضاء الذى يحوى مثل هذه الأعداد العظيمة من النجوم الضخمة يكون مزدحما لدرجة لا تطاق لكن الأمر على عكس ذلك تماما فان الفضاء أفرغ من أى شيء نستطيع تصوره . لا تدع من النحل سوى ثلاث نحلات حية فى أوربا بأسرها فعندئذ يكون هواء أوربا لا يزال أكثر ازدحاما بالنحل من ازدحام الفضاء بالنجوم إن لم يكن فى جميع أجزاء الفضاء ففى أجزائه التى نعرفها حق المعرفة على أية حال .

عمر العالم

لا نستطيع أن نقول شيئا موثوقا من صحته عن عمر العالم حتى نعلم الحق عن التباعدات الظاهرية للسدائم ، فاذا تبين أنها واقعية كان من الضرورى أن نجمع الحوادث الفلكية كلها بطريقة من الطرق فى ماض طوله بعض آلاف الملايين من السنين . أما الآن فالشواهد الفلكية العامة تبدو كلها كأنها تصيح احتجاجا على أن يكون الماضى قصيرا الى هذا الحدّ . إنه لا يكاد يكون من الممكن تعليل الترتيب الحالى للنجوم اذا كانت أعمارها بهذا القصر

لهذا أرى من الراجح جدا أن التباعدات الظاهرية للسدائم سيثبت أنها زائفة؛ وفى هذه الحالة يدل ترتيب النجوم على أن ماضيها يمتدّ الى ملايين الملايين من السنين كما يمتد مستقبلها الى نحو ذلك أو الى ما هو أطول منه . أما الآن فالشواهد، على ما يظهر، مضطربة جدا بل متناقضة، ونحن بعيدون عن أن نستطيع الوصول الى قرار حاسم .

ومهما يكن الرأى الذى يكتب له النصر فان الكون إذا حكمنا عليه بمقاييسنا البشرية للزمن قديم جدا تتلاشى بجانبه أعمار الناس والأمم بل كل تاريخ البشر فقد كانت النجوم قريبة جدا مما عليه الآن قبل أن يظهر الانسان على الأرض وستكون على الراجح قريبة جدا مما هى عليه الآن حين يغادر الأرض آخر انسان. إن تاريخ الجنس البشرى كله ليس إلا طرفة عين إذا قيس بأعمار النجوم .

نحن الأفراد لا نرى العالم إلا كما يرى السائح أرضا فى ضوء ومضة من البرق، فلقد كانت الأرض هنالك قبل أن يكشف البرق عنها بكثير وستظل هنالك مدّة طويلة بعد أن يكتنفها الظلام مرة أخرى . فالومضة قصيرة لدرجة أننا لا نتبين فى خلالها تغيرا فى منظر الأرض ، ومع ذلك فنحن نعلم أن هذا المنظر ليس خلوا من التغير فلو استطعنا أن نسلط عليه ضوءا أبطأ فى الزوال من وميض البرق لرأيناه صورة دائبة التغير، من نمو يعقبه انحلال . ونحن نعتقد كذلك أن الكون ليس بناء ثابتا بل أنه يحيا حياته و يجتاز الطريق من المهد الى اللحد شأنه شأننا جميعا . فالعالم لا يعرف تغيرا سوى التغير بالكبر،

ولا تقدّما سوى التقدّم نحو القبر . إن أقصى ما وصلنا اليه الآن من العلم يضطرنا الى الاعتقاد بأن الكون المادّى بأسره مثل مكبر لهذه القاعدة .

قد رأينا كيف أن النجوم فى انحلال دائم الى شَعاع ، انحلال لا يقل فى ثبوته واستمراره عن انصهار جبل جمدى طاف فى بحر دافئ . اننا لا نزال فى شك من مدى هذا التحوّل لكننا لا نكاد نرى موضعا للشك فى أن الشمس الآن أقل وزنا منها منذ شهر بملايين كثيرة من ملايين الأطنان . ولما كانت النجوم الأخرى تنحل بنفس النمط فالكون فى مجموعه أقل فى مادته مما كان عليه منذ شهر .

ولا يقتصر الأمر على أن مقدار المادة فى الكون آخذ فى التناقص بل إن الباقى منها فيه ينتشر و يتباعد بعضه عن بعض باستمرار . ولما كانت الشمس تفقد من وزنها على الدوام فان قوّة قبض جاذبيتها على السيارات تضعف ضعفا يزداد أمد الدهر ، و إذن فالسيارات كلها ومنها الأرض تتحرّك باستمرار مبتعدة عن الشمس فى زمهرير الفضاء . كذلك كل نجوم المجموعة المجرّية لغاية المجرّة يمسك بعضَها الى بعض ما بينها من قوى التجاذب وما دامت النجوم تحوّل أوزانها الى شَعاع فان تلك القوى تضعف باطراد ضعفا لاينقضى ، و ينتج عن هذا أن المجموعة تتمدّد باطراد تمدّدا لاينقضى . فمدينتنا نحن النجومية تزداد على الدوام فى الكبر فى حين أن أضواء أفرادها تزداد ضعفا الى الأبد ، و يصدق هذا بالطبع على جميع المدن النجومية الأخرى فى الفضاء . ثم هناك وراء ذلك كله التمدّد العام للكون — ازدياد انتفاخ فقاعة

الصابون — ولذا فالمدن النجومية العظيمة نفسها تتحرك على الدوام بحيث يظل بعضها يتباعد عن بعض الى الأبد . والظاهر أن الكون المادى سائر بكيفية ما إلى الانقضاء كما تنقضى حكاية تحكى ، آخذ فى الاندثار الى لاشىء كأنه حلم من الأحلام . والجنس البشرى الذى لمّا يمض على ظهور العقل فيه إلا دقة واحدة من دقات ساعة الفلك لايكاد يرجو أن يفهم عاجلا معنى ذلك كله . قد يأتى يوم نفهم ذلك فيه ، أما الآن فليس فى وسعنا إلا أن نعجب .

الذيل الأوّل[1]

الخريطتان النجوميتان (الأولى والثانية[2]) اللتان فى آخر هـذا الكتاب سيساعدان القارئ فى تعرّف الكوكبات[3] وفى تحديد مواضع النجوم والأجرام الفلكية الأخرى التى فى السماء . لكن الحركات الظاهرية للنجوم يجب أن تفسر أوّلا تفسيرا أوفى مما فسرت به للآن . إن الأرض على التحقيق لا تدور فى الفضاء دورة كاملة فى كل ٢٤ ساعة إلا على وجه التقريب . هناك ٢٤ ساعة بين اللحظة التى تكون فيها الشمس فوق الرأس فى يوم واللحظة التى تكون فيها الشمس فوق الرأس فى اليوم الذى يليه ، لكن الأرض فى هذه الفترة تكون قد أتمت أكثر قليـلا من دورة كاملة . إن دورة كاملة ترجع بها الى نفس الموقع الذى كانت فيه تحت النجوم ، لكن لمـا كانت الشمس نفسها طول الوقت فى تقـدّم عبر البروج[3] كان لابد للأرض أن تزيد قليـلا

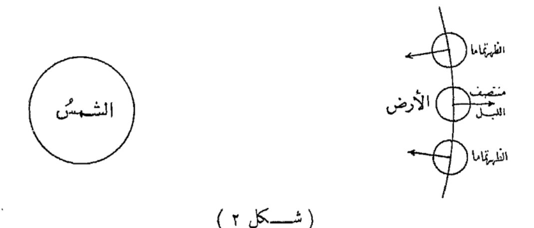
---

(١) باذن من وكلاء مطبعة جامعة كمبردج اقتبس ترتيب هذا الذيل وكثير من مادته من كتاب السير روبرت بول « مبادئ الفلك » وقد أعيدت كتابة كل ما أخذ وعدّل طبقا للآراء الحديثة .

(٢) أما الخريطة الثالثة العربية فلم تكن فى الأصل الانجليزى وقد أعدت خصيصا لهذا الكتاب (كما ورد فى مقدّمة المعرب) على نسق الخريطتين الانجليزيتين مع بعض تعديلات مفيدة .

(٣) استخدمنا لفظة كوكبة ترجمـة لكلمة (Constellation) إلا فى حالة الكوكبات التى تمر الشمس فى وسطها فسميت بروجا .

فى دورتها حتى تصل إلى نفس الموقع الذى كانت فيه تحت الشمس (أنظر شكل ٢) .



(شكل ٢)

والشمس تبدو كأنها تتحرك بحيث تتم دورة كاملة فى السماء مرة فى السنة وإذن يكون المجموع الكلى لجميع تلك الزيادات القليلة فى دورة الأرض يبلغ فى سنة كاملة دورة واحدة بالضبط من دورات الأرض . وإذ أن السنة فيها ١/٤ ٣٦٥ من الأيام كانت الأرض تتم ١/٤ ٣٦٦ دورة فى ١/٤ ٣٦٥ يوما ومن هذا ينتج أن مدّة الدورة الكاملة للأرض فى الفضاء هى ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤ ثوانى . فالأرض تقضى فى كل يوم هذا القدر من الزمن لإتمام دورة فى الفضاء ثم تقضى ٣ دقائق و ٥٦ ثانية فى اللحاق بالشمس فى أثناء حركتها عبر السماء فى ٢٤ ساعة .

الوقت النجومى

اذا عدّلنا بندول ساعة كبيرة (من ذات ٢٤ ساعة) بحيث تقدّم ٣ دقائق و ٥٦ ثانية فى اليوم فعندئذ يرجع عقرباها من أى وضع لهما إلى نفس الوضع

مرة فى كل ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤ ثوانى . ففى كل مرة تدق هذه الساعة دقة ما، كأن تدق الساعة الثانية أو أى وقت آخر، تكون الأرض واقعة فى نفس الاتجاه فى الفضاء وتكون النجوم التى فوق الرأس عند الدقتين المتناظرتين هى هى بالضبط .

مثل هذه الساعات موجودة فى كل مرصد . إن الساعة العادية تنبئنا فى الواقع عن موقع الشمس فى السماء لكن هذه الساعات تنبئنا عن مواقع النجوم فى السماء، ولذا تعرف بساعات «الوقت النجومى» . وهى فى تسييرها تضبط بحيث تكون الساعة فيها صفراً عند ما تكون النجوم فى موضع خاص متفق عليه، وتدل من تلقاء نفسها بعد ذلك على ما يعرف بالوقت النجومى .

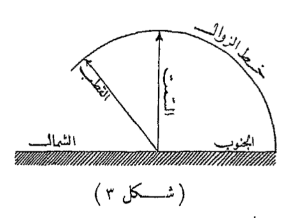
وليس فى استطاعة كل انسان أن يقتنى ساعة نجومية لكن الجدول الذى فى (صفحة ١٦٨) يعين الوقت النجومى المضبوط لأقرب ساعة، وهذا يساعدنا عادة على تعيين مواقع النجوم فى الفضاء بدقة كافية لتعرف أى نجم خاص .

قطب السماء يقع دائما فى الشمال فإذا وُصل منه خط فى صفحة السماء إلى السمت (وهى النقطة التى فوق رءوسنا مباشرة) ومدّ هذا الخط فلا بد له فى النهاية من أن يقابل الأفق عند نقطة فى الجنوب بالنسبة لنا . هذا الخط يسمى خط الزوال وأى نجم نختاره يجب أن يعبره ليلة بعد ليلة فى نفس المكان فى نفس الوقت النجومى طبعا . فالشعرى اليمانية مثلا تجتاز خط

جدول الوقت النجومى

الوقت المحلى / التاريخ	من ٤ الى ٥	من ٥ الى ٦	من ٦ الى ٧	من ٧ الى ٨	من ٨ الى ٩	من ٩ الى ١٠	من ١٠ الى ١١	من ١١ بعد الظهر الى نصف الليل	من نصف الليل الى ١ صباحا	من ١ الى ٢	من ٢ الى ٣	من ٣ الى ٤	من ٤ الى ٥	من ٥ الى ٦	من ٦ الى ٧	من ٧ الى ٨
	بعد الظهر									صباحا						
يناير	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
فبراير	—	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	—
مارس	—	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	—
أبريل	—	—	—	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	—	—	—
مايو	—	—	—	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	—	—	—
يونيه	—	—	—	—	—	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	—	—	—	—	—
يوليه	—	—	—	—	—	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	—	—	—	—	—
أغسطس... ...	—	—	—	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٠	١	٢	—	—	—
سبتمبر	—	—	—	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٠	١	٢	٣	٤	—	—	—
أكتوبر... ...	—	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	—
نوفمبر	—	٢١	٢٢	٢٣	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	—
ديسمبر	٢٢	٢٣	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣

الزوال دائمـا فى الساعة السادسة والدقيقة الأربعين من الوقت النجومى عند نقطة تبعد عن القطبية بمقدار ١٠٦° ،فنقول إن ٦ ساعات و ٤٠ دقيقة هى "الطالع المستقيم" للشعرى اليمانية وإن ١٠٦° هى "بعدها القطبى الشمالى".



(شـــكل ٣)

والخريطة الأولى من الخريطتين[١] اللتين فى نهاية الكتاب تبين كل النجوم اللامعة الواقعة فى حدود ١١٥° من القطب الشمالى . وهذا يشمل كل أجزاء السماء التى يمكن رؤيتها بسهولة فى خط عرض انجلترا. أما النجوم التى تبعد عن القطبية بأكثر من هــذا فإما أن تكون على الدوام وراء الأفق فلا ترى أو تكون من القرب منه بحيث تصعب رؤيتهـا . وهذه النجوم مبينة فى الخريطة النجومية الثانية[٢] .

ولكى نكتشف المكان الذى يقع فيه أى نجم معلوم فى أى وقت معلوم

(١) الأصليتين الانجليزيتين .

(٢) أما الخريطة الثالثة العربية فتتبين منها النجوم اللامعة التى يمكن رؤيتها فى خط عرض مصر وإذا أخرجنا المشترك بين هــذه الخريطة والخريطة الثانية الأصلية كان المتبقى من الأخيرة هو النجوم التى لا ترى أبدا (أو تصعب رؤيتها) بمصر .

يجب أوّلا أن نستخرج الوقت النجومى من الجدول الذى فى صفحة ١٦٨ ، ولنفرض مثلا أنه ٧ ساعات ، ومنه نعرف أن كل النجوم التى طالعها المستقيم ٧ ساعات تكون عندئذ على خط الزوال . والخريطة النجومية تنبئنا بهذه النجوم لأن الطوالع المستقيمة مقدّرة بالساعات مذكورة حول حافة كل من الخريطتين (ومكتوبة بالأرقام الرومانية I و II وهكذا)[١] ، ومن هذا نستطيع أن نعين بالتقريب موقع أى نجم نشاء .

والنجوم المبينة فى هاتين الخريطتين النجوميتين مقسمة على حسب لمعانها الظاهرى الى أربع مراتب : المرتبة الأولى والثانية والثالثة والرابعة[٢] . وعلى وجه التقريب تسمى ألمع عشرين نجما فى السماء بنجوم المرتبة الأولى . ثم إن كل نجم يبلغ ضوءه ٤٠ ٪ من ضوء نجوم المرتبة الأولى يسمى نجما من المرتبة الثانية وهلم جرا ، فيكون كل هبوط فى اللمعان الظاهرى مقداره ٦٠ ٪ هو بمثابة هبوط مرتبة من مراتب النجوم .

ونجوم المراتب المختلفة مدلول عليها فى الخريطتين النجوميتين (وكذا الخريطة الثالثة) بدوائر مختلفة الحجم فتمثل أكبر الدوائر ألمع النجوم .

---

(١) وكذلك الخريطة العربية التى أضيفت وقد كتبت الطوالع المستقيمة عليها بالأرقام العادية ١ و ٢ وهكذا الى ٢٤ (ورقم ٢٤ فى الخريطة العربية يقابله الصفر فى الخريطتين الانجليزيتين) .

(٢) أما الخريطة العربية فقد بيّن فيها خمس مراتب : أوّلها الصفر وآخرها المرتبة الرابعة . وظاهر أن المرتبة الأولى فى الخريطتين الانجليزيتين تشمل كلا من مرتبة الصفر . والمرتبة الأولى فى الخريطة العربية وفيما عدا ذلك تكون المراتب متناظرة .

المنـاطق النجومية

تنقسم السماء فى الخريطتين النجوميتين الى عشرين منطقة كما يلى :

المنـاطق الشمالية

المنطقة	الاسم	الطالع المستقيم	
١	القطبية	جميع الساعات	فى حدود ٢٥° من القطب
٢	ذات الكرسى ...	من ٢٢ الى ٢	أكثر من ٢٥° وأقل من ٧٠° من القطب
٣	العيوق	« ٢ « ٦	
٤	التوءمان	« ٦ « ١٠	
٥	الدب الأكبر...	« ١٠ « ١٤	
٦	الجاثى	« ١٤ « ١٨	
٧	النسر الواقع ...	« ١٨ « ٢٢	

المنـاطق الاستوائيـة

المنطقة	الاسم	الطالع المستقيم	
٨	قيطس	من ٠ الى ٤	أكثر من ٧٠° وأقل من ١١٠° من القطب
٩	الشعرى اليمانية...	« ٤ « ٨	
١٠	قلب الأسد ...	« ٨ « ١٢	
١١	السماك الرامح ...	« ١٢ « ١٦	
١٢	الطـائر	« ١٦ « ٢٠	
١٣	الفرس الأعظم...	« ٢٠ « ٠	

المناطق الجنوبيــــة

المنطقة	الاســـم	الطالع المستقيم	
١٤	فم الحوت... ...	من ٢٢ الى ٢	أكثر من ١١٠° من القطب
١٥	النهـــر	« ٢ » ٦	
١٦	سهيل اليمن ...	« ٦ » ١٠	
١٧	الصليب الجنوبى	« ١٠ » ١٤	
١٨	القنطورية ...	« ١٤ » ١٨	
١٩	الرامى	« ١٨ » ٢٢	
٢٠	القطب الجنوبى	جميع الساعات	أكثر من ١٥٥° من القطب

وأهم ما يستحق العناية فى هذه المناطق المختلفة هو ما يأتى :

المنــاطق الشماليـــة

منطقة ١ — القطبية (أنظر لوحة ٤ ص ١٣)

تحتوى هذه المنطقة كل كوكبة الدب الأصغر (أنظر لوحة ٤) كما تحتوى أجزاء من الكوكبات قيطس والزرافة والتنين وذات الكرسى والدب الأكبر ولاتحتوى ممايستحق الاهتمام إلا نجم بولاريس أوألف الدب الأصغرالمشهور بالنجم القطبى او القطبية . وهذا يمكن تعرّفه بسهولة من الخريطة النجومية أو من لوحة ٤ كما يصح تبينه أيضا بواسطة النجمين المعروفين "بالمشيرين"

فى الدب الأكبر (انظر منطقة ٥) . والخط المرسوم من باء الدب الأكبر الى ألفه والممتد الى خمسة أمثال البعد بينهما ينتهى بمقربة من القطبية التى لا يمكن أن يخطئها أحد لعدم وجود أى نجم لامع آخر على مقربة منها .

وقد سبق أن لحظنا (انظر لوحة ٦ ص ٢١) أن القطبية لا تنطبق تمام الانطباق على القطب الذى تبدو السماء كأنها تدور حوله، بل هى أبعد منه بنحو ١/٤ ١° أو نحو ربع البعد بين "المشيرين" الذى يبلغ ٥° . والبعد بين القطب والقطبية هو أيضا قدر قطر الشمس أو القمر، كما نراهما، مرتين ونصف مرة . لكن هذه الطريقة فى التعبير تجعل المسافة تبدو أكبر من حقيقتها إذ أن كلا من الشمس والقمر من أجل لمعانه يخدع البصر كثيرا فى تقدير اتساعه ويقع القطب الحقيقى على خط واصل بين القطبية وزاى الدب الأكبر وهو النجم الذى قبل الأخير مباشرة فى ذيل الدب الأكبر .

ولما كان بعد القطبية عنا يبلغ بضع مئات من السنوات الضوئية كان لا بد أن تكون نجما وهاجا إلى حد مخيف، وهى نجم متغير مدته ٤ أيام ويصحبه رفيق أخفى منه كثيرا .

منطقة ٢ — ذات الكرسى (انظر لوحة ٢ ص ٣)

هذه المنطقة يشغلها فى صميمها كوكبات ذات الكرسى والمرأة المسلسلة وجزء من الفرس الأعظم (انظر صفحة ١١) . وتقع كوكبة ذات الكرسى على بعد من القطبية يقرب من بعد الدب الأكبر عنها لكن فى الاتجاه

المضاد بالضبط . والنجوم الخمسة الرئيسية فيهـا سهل تعرفها لأنهـا تكوّن شكلا كالعدد ٤ (أو W) هو كرسى ذات الكرسى .

والنجم الذى فى نهاية الطرف الأيمن من كوكبة ذات الكرسى يدعى باء ذات الكرسى أو الكف الخضيب ، ويليه ألف ذات الكرسى أو الصدر، وهذان النجمان يكوّنان موطئ القدم من "الكرسى" .

إذا رسم مستقيم من باء المرأة المسلسلة مارّا بألفها ومُدّ نحو أربعة أمثال البعد بينهما فان هذا المستقيم يصل بنا الى النجم جيم المرأة المسلسلة أو عناق الأرض وهو من أجمـل النجوم المزدوجة . وألمع نجمى هـذا الزوج أصفر اللون أما أصغرهما فمخضر اللون فى شىء من الزرقة، وقد شبه النجمان بياقوتة صفراء وزمردة . ولو نظرنا الى النجم الزمردى بمرقب جيد لتبين أنه مركب من نجمين، وقد وجد أنهما يدوران الواحد حول الآخر مرة فى كل ٥٥ سنة، وهذه النجوم تبعد عنا بنحو ٤٠٠ سنة ضوئية وإذن فهى لا بدّ متوهجة جدا .

وفى منتصف المسـافة بين جيم المرأة المسلسلة وأقرب ركن من المربع العظيم فى كوكبة الفرس الأعظم نجـد باء المرأة المسلسـلة الذى هو نجم من المرتبة الثانية، ومن هذا يمكننا إيجاد موضع جرم عظيم الأهمية جدا هو السديم الأعظم فى كوكبة المرأة المسلسلة (صفحة ١٣١) وهو الوحيـد بين السدائم المنتظمة الذى يمكن رؤيتـه بوضوح بالعين المجرّدة، ويقع تقريبـا فى ربع المسافة بين أباء المرة المسلسلة وبين باء ذات الكرسى .

منطقة ٣ — العيوق (أنظر لوحة ٣ ص ١٢)

فى هـذه المنطقة تكتسح المجرةُ كوكبـة ممسك الأعنة (راكب العربة أو سائقها) التى تحتوى النجم الساطع العيوق أو ألف ممسك الأعنة .

ومن السهل تعرّف العيوق لأنه يقع فى منتصف المسافة بين حزام الجبار وبين القطبية ، كما أنه يقع تقريبا على خط على استقامة أكبر ضلع فى الشكل الرباعى الظاهر الذى يكوّن جزءا من الدب الأكبر . ويمكن تعـرّفه أيضا بثلاثة نجوم لامعة قريبة منه على شكل الرقم ٧ صغيرة وتعرف هذه بالجديين ، أما العيوق نفسها فهى المعزى .

ويصل العيوق الى خط الزوال عنـد منتصف الليل فى أوائل ديسمبر فى لندن وعندئذ يكون جنوب السمت بنحو ٦° ، وهو النجم الذى تمتاز به ليالى الشتاء كما أن النسر الواقع (انظر منطقة ٧) هو النجم الذى تمتاز به ليالى الصيف . والعيوق أقل لمعانا من النسر الواقع بشىء قليل لكن كلا منهما ألمع من أى نجم آخر فى نصف الكرة الشمالى . أما نصف الكرة الجنـوبى ففيه الشـعرى اليمـانية وسهيل اليمن وألف قنطورس (انظر الذيل الثانى) وكلها نجوم ألمع من أيهما .

والعيوق نجم ثنائى بعده عنا معروف بدقة تذكر وهو ٥٢ سنة ضوئية ، وشقاه (النجمان المركبان له) أضوأ من الشمس : أحدهما بقدر ١٠٥ مرة ، والثانى بقدر ٨٠ مرة وهما يدوران أحدهما حول الآخر فى ١٠٤ من الأيام .

وقطر أكبر النجمين يبلغ نحو قطر الشمس إحدى عشرة مرة فيكون حجمه قدر حجمها نحو ١٢٠٠ مرة ومع ذلك فوزنه قدر وزنها ٤ $\frac{1}{5}$ من المرات فقط . وقطر النجم الأصغر نصف قطر الأكبر ووزنه نحو $\frac{4}{5}$ وزنه وكلاهما مارد أصفر (صفحة ٩٣) .

ويقع باء ممسك الأعنة تقريبا على نفس الخط العرضى الذى يقع عليه العيوق (أى أنهما على نفس البعد من القطب) وهو أيضا نجم ثنائى مكوّن من نجمين كلاهما أكبر من الشمس يدور كل حول الآخر فى أقل من ٤ أيام بقليل ، وإذ يفعلان ذلك يكسف كل منهما الآخر ويغمه وبذا يدخمس ضوء النجم مؤقتا . وهذه المجموعة تبعد عنا بنحو ١٠٠ سنة ضوئية ، وشقاه متساويا اللمعان كل منهما أضوأ من الشمس نحو ٥٠ مرة ، وهما من نجوم التتابع الرئيسى تقرب طبيعة تركيبهما من طبيعة الشعرى اليمانية .

وفى جنوب هذين النجمين (وعلى بعد من كل منهما يقرب من ضعف البعد بينهما) نجد نجما لامعا آخر هو باء الثور وهو ثانى نجم فى اللمعان فى برج الثور الذى يقع جزء كبير منه فى هذه المنطقة ، وألمع نجم فيه وهو ألف الثور أو الدبران يقع فى منطقة ٩ لكن الجزء الذى يقع فى منطقة ٣ يحتوى الجمع الشهير المعروف من القدم باسم الثريا . هذا الجمع يكوّن طائفة من النجوم تسترعى حتى العين المجرّدة ، لكن محاسنها تكون أكثر تجليا لو نظر اليها من خلال مرقب ولو ضعيف القوّة . وهى طائفة من نجوم متصلة اتصالا فعليا تحترك كلها معا عبر الفضاء بسرعة واحدة فى اتجاه واحد كسرب من الطير البرى .

وإذا رسمنا خطا من باء ممسك الأعنة إلى العيوق ثم مددناه بقدر ضعف طوله وصلنا إلى الغول أو باء فرساوس ، ثانى نجم فى اللمعان فى كوكبة فرساوس . وهو نجم متغير شهير جدا كان تغييره معروفا من أقدم الأزمان ، وهو أيضا مجموعة ثنائية تتألف من نجمين : واحد لامع وواحد مظلم يدور كل منهما حول الآخر مرة فى كل يومين وإحدى وعشرين ساعة ، ويكسف أحدهما الآخر فى خلال ذلك . فعند ما يكون النجم المظلم أمام اللامع يأخذ الضوء يهبط بغتة إلى ثلث ما كان عليه وبعد ذلك يرتفع ثانية إلى مقداره الأصلى من غير تريث يذكر ، فالهبوط والارتفاع يستغرق كل منهما نحو ٤ ساعات ، والتغيرات فى اللمعان يسهل رؤيتها بالعين المجردة . وفى شمال الغول فوق فرع من المجرة يقع النجم اللامع ألف فرساوس أو المرفق .

وتحتوى كوكبة فرساوس أيضا على جمعين نجوميين ظريفين مكوّنين من نجوم لامعة ، كلاهما يرى بالعين المجردة كأنه رقع لامعة على المجرة ولو أن النجوم المكوّنة لها بالطبع أقرب إلينا كثيرا من نجوم المجرة . وهما بالتقريب على الخط الواصل من ألف فرساوس إلى دال ذات الكرسى على نحو $\frac{٣}{٥}$ البعد من الأوّل . ولو نظرنا إلى الجمعين بمرقب صغير لكشف لنا فى ألمعهما عن نجوم جميلة على شكل حدوة الحصان ولكشف لنا فى أخفاهما عن شكل مثلثين .

منطقة ٤ — التوءمان

تحوى المنطقة الرابعة أجزاء كبيرة من برجى التوءمين والسرطان وجميع كوكبة الفهد ، وأهم أجرامها النجمان ألف التوءمين وباؤه وهما ألمع نجوم برج

التوءمين يعرفهما الجميع باسم الذراع المبسوطة (التوءم المقدّم والتوءم المؤخر) . والتوءم المقدّم الذى لعله أظرف نجم ثنائى فى السماء الشمالية صالح جدا لأن يرصد بالمراقب الصغيرة . وأحد هذين النجمين يبدو نصف الآخر فى لمعانه ، أما فى الواقع فهما أضوأ من الشمس نحو ٢٣ و ١١ مرة ، ويبلغ بعدهما عنا نحو ٤٣ سنة ضوئية ، وطبيعة تركيبهما العام كطبيعة تركيب الشعرى اليمانية ، ووزنهما معا قدر وزن الشمس $\frac{1}{2}$ ٥ من المرات . ويدور كل منهما حول الآخر مرة فى كل ٣٠٦ سنة . ويوجد فى المستعمرة نجم ثالث خفى أحمر هو ثالث ألف التوءمين لا يبعث من الضوء إلا بـ $\frac{1}{25}$ مما تبعث به الشمس ولا يرى إلا بمرقب جيد .

وقد اكتشف حديثا أن كل واحد من هذه النجوم الثلاثة هو فى نفسه نجم مزدوج ، فالتوءم المقدّم فى الواقع مستعمرة من ستة نجوم ولا يمكن إدراك ازدواج أى هذه النجوم الثلاثة الرئيسية حتى ولا بأقوى المراقب ، لكن طرقا طيفية (سبكتروسكوبية) كتلك التى استعملت للكشف عن سرع السدائم البعيدة (صفحة ١٥٥) تبين أن كل نجم منها يتركب من جزأين متحركين بسرعتين مختلفتين . وإذن فلا بدّ أن يكون كل منها مكوّنا من كتلتين منفصلتين تتحرك إحداهما حول الأخرى على بعد منها هو من الصغر بحيث لا يمكن أن ترى متميزة عنها بأى مرقب . وتسمى مثل تلك النجوم بالثنائيات الطيفية ، وتبلغ مدد الدوران ٩,٢٢ من الأيام لألمع نجم و ٢,٩٣ من الأيام للذى يليه فى اللمعان و ٠,٨١٤ فقط من الأيام «أى عشرين ساعة»

للنجم الأحمر الخفى . والنجمان المكونان للأخير يكسف الواحد منهما الآخر بانتظام فى أثناء دوران أحدهما حول الآخر، وهما نيما يظهر متشابهان من جميع الوجوه، لكل منهما قطر يزيد زيادة تذكر على نصف قطر الشمس، ووزنه يساوى نصف وزن الشمس .

وليس فيما تحتويه منطقة ٤ من أجزاء برج السرطان نجوم لامعة ولا أجرام أخرى ذات أهمية خاصة .

كذلك كوكبة الفهد أيضا لا تحتوى على نجوم تلفت النظر وإنما تحتوى على كثير من النجوم المزدوجة وأجرام أخرى تمتع من بيده مرقب جيد .

منطقة ٥ — الدب الأكبر

أظهر طائفة من النجوم فى منطقة ٥ هى النجوم السبعة الرئيسية فى كوكبة الدب الأكبر، وهما ألفه أو الدب، وباؤه أو المراق، وجيمه أو الفخذ، وداله أو المغرز، وهاؤه أو الجون، وزايه أو العناق، وحاؤه أو القائد . وهذه كلها تكون طائفة معروفة حق المعرفة تسمى بنات نعش وزاى الدب الأكبر أو العناق نجم مزدوج يمكن تمييز جزأيه بقليل من المساعدة المرقبية .

وذات الشعور (انظر صفحة ١٣)، وهى أيضا فى هذه المنطقة، فئة من نجوم ضعيفة لا تكاد تبلغ من التقارب الحدّ الذى يجيز أن تسمى جمعا .

وهذه المنطقة تشمل تقريبا كل كوكبة «كلاب الصيد» التى تحتوى

النجم المزدوج الظريف ألف كلاب الصيد أو (كور كارولى Cor Caroli) وهو اسم أطلقه عليه الفلكى هالى بايعاز طبيب بلاط الملك شارل الثانى الذى زعم أن لمعانه ازداد بقدر محسوس فى ليلة عودة الملك الى لندن. ومن السهل تعيين هذا النجم فى السماء برسم خط من ألف الدب الأكبر الى جيمه ثم مدّه الى مثل طوله مرة ونصف مرة . واذا رسمت دائرة مارة بنجوم ذيل الدب الثلاثة فانها تمرّ بالضبط بكور كارولى . والنجم الرئيسى فى هذه الكوكبة هو من المرتبة الثالثة، ورفيقه الأبعد منه بمقدار قوس يساوى ثلث دقيقة تقع مرتبته بين المرتبتين الخامسة والسادسة ، وإذن فمن السهل جدا رصده بمرقب صغير .

وهذه الكوكبة لا تحتوى بعد هذا إلا قليلا من النجوم الممتعة لكنها تحتوى السديم اللولبى الفخم م ٥١ المبين فى لوحة ٤٣ (صفحة ١٣٥) ويعرف عادة "بالدوامة" وقد اكتشف هذا السديم سنة ١٨٤٥ بواسطة مرقب لورد روس العاكس المارد البالغ ستة أقدام ، وكان أوّل سديم لوحظ فيه التركيب اللولبى الخاص، ولا يكاد يرى منه بالمراقب الصغيرة شىء وراء نقطتين متقاربتين من ضوء مشعانٍ غير منتظم .

منطقة ٦ — الجاثى

هذه المنطقة تحوى الأجزاء الكبرى من الكوكبات الآتية : الجاثى والعواء والتنين .

وفى منتصف المسافة تقريبا بين النجمين زاى وحاء الجاثى يقع الجمع

الكرى الفائق م١٣ المبين فى لوحة ٣٢ (ص١١٣). وعلى الرغم من أن هذا الجمع هو أكثر الجموع الكرية استرعاء للنظر فى نصف الكرة الشمالى فانه لا يكاد يرى بالعين المجردة ثم لا يرى عندئذ إلا فى أحسن الظروف . أما الجموع الكرية الممكن رؤيتها جلية واضحة بالعين المجردة فتقع فى نصف الكرة الجنوبى .

وتقع بين الجاثى والعواء طائفة من نجوم تسر الناظر على شكل U تعرف بالإكليل الشمالى . وهو إحدى الكوكبات القليلة التى يبرر شكلها اسمها .

منطقة ٧ — النسر الواقع (انظر لوحة ٣٥ ص ١٢٨)

تحتوى كوكبة اللورا (أو السلياق) الواقعة فى هذه المنطقة على نجم ساطع من المرتبة الأولى هو ألف اللورا أو النسر الواقع وهو ألمع نجم فى السماء الشمالية . وهو يرى بسهولة من جميع أنحاء نصف الكرة الشمالى، وكذلك من جزء كبير من نصف الكرة الجنوبى . ولما كان النسر الواقع يبعد عن القطب الشمالى بنحو ٥١° كان على الدوام فوق الأفق فى جميع الأنحاء التى يزيد خط عرضها على ٥١° فى نصف الكرة الشمالى ، وهذه تحوى بالطبع الجزء الأكبر من الجزر البريطانية .

ومن السهل جدا تعرف هذا النجم . فكما أن النجمين ب ، ا فى الشكل الرباعى للدب الأكبر يشيران الى النجم القطبى (أو القطبية)، فكذلك يشير النجمان الآخران حـ ، ى فى نفس الشكل الرباعى الى النسر

الواقع ، ويصح أن نلاحظ أن القطبية والسماك الرامح والنسر الواقع كل أولئك يكون مثلثا متساوى الساقين .

وفى منتصف الليل حوالى آخر يونيـه يجتاز النسر الواقع خط الزوال إذ يكون الى جنوب سمت لندن بنحو ١٢° ، ويفعل مثل ذلك أيضا فى الساعة العاشرة بعد الظهر فى شهر يوليه ، وفى الساعة الثامنة بعد الظهر فى أغسطس وهكذا وإذن فالنسر الواقع نجم ليل الصيف . أما من سبتمبر الى فبراير فيجتاز خط الزوال فى ضوء النهار .

والنسر الواقع يشبه الشعرى اليمانية فى طبيعة تركيبه وهو أضوأ منها مرتين وأضوأ من الشمس بنحو خمسين مرة ويبلغ بعده عنا نحو ٢٦ سنة ضوئية .

وتحتوى كوكبة اللورا أيضـا على نجم مزدوج هو هاء اللورا ، ولمـا كان شقاه منفصلين أحدهمـا عن الآخر بمقدار $(\frac{1}{20})$° كان البصر الحـاد كافيا وحده لرؤيتهما منفصلين فى الليلة الظلماء الصافية وإن كان منظار من مناظير المسارح أو منظار مزدوج صغير مما يساعد على ذلك . ويكفى مرقب صغير حقا لبيان أن كلا من هذين النجمين فى ذاته نجم مزدوج .

وتشمل هذه المنطقة جميع كوكبة الدجاجة ، وهذه تحتوى نجم الذنَب الذى من المرتبة الأولى أو ألف الدجاجة ، وكذلك المنقار أو باء الدجاجة وهو نجم مزدوج بهى شقاه على لونين مختلفين واقعان عند المنقار فى نهاية رقبة البجعة الممشوقة . وتحتوى هذه المنطقة بعضا من أغنى أجزاء المجرة .

المناطق الاستوائية

نأتى الآن الى المناطق الاستوائية الست التى تظهر فى كل من الخريطتين النجوميتين ١ و ٢ (والخريطة العربية الثالثة أيضا) .

منطقة ٨ — قيطس

يعرف من جدول الزمن النجومى أن منطقة ٨ تكون على خط الزوال حوالى الساعة السادسة بعد الظهر فى يناير، وبذا يمكن رؤيتها جيدا فى شهور الشتاء عقب تخييم الظلام . وقرب آخر أغسطس تجتاز خط الزوال عند الساعة الرابعة صباحا ، وفى سبتمبر عند الساعة الثانية صباحا ، وفى أكتوبر عند منتصف الليل ، وفى نوفمبر فى الساعة العاشرة بعد الظهر، وفى ديسمبر فى الثانية بعد الظهر ، فهى إذن قبل كل شىء منطقة صالحة للرصد فى أمسية الخريف .

وعلى الرغم مما يقال من أن قيطس أكبر الكوكبات طرا فليس فيه نجوم لامعة كثيرة فهو يحتوى نجمين من المرتبة الثانية وتسعة من الثالثة والرابعة .

ويقع فى هذه الكوكبة النجم المتغير واوقيطس (ص١٠٢) أو الميرة ، وقد اكتشف الفلكى الألمانى فبركيوس تغيره منذ أكثر من ٣٠٠ سنة فضوءه يتغير باستمرار فى مدّة تبلغ نحو ١١ شهرا ويظهر عليه تغيرات فى اللمعان خارقة للعادة ، فبعد أن يكون نجما مرقبيا خفيا من المرتبة التاسعة يزداد لمعانه ببطء الى المرتبة الثامنة فالسابعة فالسادسة على التتابع ، وبعد ذلك يصبح ظاهرا للعين المجردة ، ثم يرتفع بالتدريج الى المرتبة الثانية فيصل الى أوجه بعد أربعة شهور من بدء ازدياد لمعانه . وبعد أن يظل فى أوجه ما يقرب من شهر

يأخذ فى الهبوط فيضمحل لمعانه ببطء حتى يعود بعد خمسة شهور نجما مرقبيا لا يؤبه له من المرتبة التاسعة التى بدأ منها . وهو يسمى بحق «ميراسيتى» أو نجم قيطس العجيب فإن الضوء الذى يبعث به وهو فى أوج لمعانه يبلغ قدر الضوء الذى يبعث به وهو فى أدنى حالات لمعانه ٥٠٠ مرة .

ويحسن الراصدون إذا لحظوا شكلا كبيرا فى صورة W يقع ألف قيطس (المنقار) وألف الحمل عند أدنى نقطتين فيه كما تقع ألف الثور (الدبران) والثريا و باء فرساوس (الغول) عند نقطه العليا .

منطقة ٩ ــ الشعرى اليمانية (أنظر لوحة ٣ ص ١٢)

هـذا الجزء من السماء ممتع للغاية إذ يحوى طائفة من الكوكبات تمثل الجبار محوطا بحيوانات (انظر ص ١٢) وهو يشمل كل كوكبتى الجبار والكلب الأصغر ، كما يشمل أجزاء كبيرة من كوكبات الكلب الأكبر والثور والأرنب ووحيد القرن (الكورن) .

وألمع نجم فى كوكبة الكلب الأكبر هو ألفه أو الشعرى اليمانية ، وهى ألمع نجم فى السماء ، وتقع فى نصف الكرة الجنوبى ، لكن لما كانت جنوب خط الاستواء بمقدار ١٨° فقط كان من المستطاع رؤيتها فى الأوقات المناسبة من جميع أنحاء الأرض ما عدا منطقة صغيرة داخل الدائرة القطبية الشمالية وهى تجتاز خط الزوال فى منتصف الليل عند رأس السنة الميلادية تقريبا ، ولذا ترى على أحسن حال فى خط عرضنا الشمالى (بانجلترا) فى أمسية الربيع أو بعد نصف الليل فى ليالى الخريف وتكون عندئذ نجما يستهوى الناظر ولو بتلألئه

الجميل فى تعدّد ألوانه ، وهى فى الواقع خير أمثلة النجوم البيضاء لكن تلألؤها يجعلها تبدو كأنها تبعث بوميض ذى ألوان شتى يسرع بعضها فى إثر بعض .

ومن عهد هومر الى يومنا هـذا سميت الشعرى اليمانية بالنجم الكلبى ، وقد أشـير اليها بكلب فى آثار مصرية مختلفة وكانوا يعتقدون أن شروقها مع الشمس فى منتصف الصيف يدل على ابتداء فيضان النيل .

وليس فى كوكبة الكلب الأكبر بعد هـذا النجم اللامع الفرد شيء ممـا يمتع . وأهم مميزات منطقة ٩ هى كوكبة الجبار التى تبين اللوحة ٢٨ (ص ٨٧) صورة فتوغرافية منها . والذى يرصد سماء نصف الكرة الشمالى يرى حوالى الساعة العاشرة فى أى ليالى يناير كوكبة الجبار فى جنوبه مباشرة . وعلى يمين حزام الجبار وتحته بقليل يوجد نجم من المرتبة الأولى هو الرجْل او باء الجبار وهو نجم قد عرفت قدرته الشمعية بدقة تذكر فوجد أنها قدر قدرة الشمس حـوالى ١٥٠٠٠ مرة . ويقابل نجم الرجل على مثل بعده من الحزام، لكن إلى يساره من فوق، نجم «صنو الرجْل فى المكانة هو منكب الجوزاء وهو مارد أحمر قطره قـدر قطر الشمس نحو ٣٠٠ مرة، وقدرته الشمعية قدر قدرتها نحـو ١٢٠٠ مرة . وهـذان النجمان الساطعان يكوّنان والشـعرى اليمانية وألف الثـور أو الدبران مُعيّنا شديد الظهور من نجوم المرتبة الأولى (انظر ذيل ٢) ، ويكاد حزام الجبـار يكون فى وسط هـذا المعين بالضبط . وإذا رسم خط مار بنجوم الحزام الثلاثة ومدّ من كل من طرفيه إلى ثمانية أمثال طول الحزام انتهى بالدبران من طرفه الشمالى وبالشعرى اليمانية من طرفه الجنوبى .

وتحت النجم الأوسط من نجوم حزام الجبار بالضبط نجد مقبض السيف (لوحة ٣ ص ١٢) الذى يحتوى السديم الأعظم فى برج الجبار وهو من أمتع ما يمكن أن يراه الناظر من خلال مرقب (انظر لوحة ٢٧ ص ٨٦) .

وتحتوى هذه المنطقة أيضا كوكبة الكلب الأصغر وألمع نجم فيها الشعرى الشامية أو الغميصاء، ويمكن ايجاد موقعها بسهولة اذا مدّ الى اليسار الخط الواصل بين النجمين جيم الجبار (المرزم) وألف الجبار (منكب الجوزاء) اللذين يكوّنان الضلع العلوى من شكل الجبار الرباعى . والذراع المبسوطة التى تتكوّن من ألمع نجمين فى كوكبة التوءمين تكاد تقع بالضبط على الخط الواصل بين الشعرى الشامية والقطبية .

منطقة ١٠ — قلب الأسد

تحتوى هذه المنطقة أجزاء كبيرة من الكوكبات الآتية : الأسد والباطية (الكأس) والشجاع (الحية المائية) والسرطان . والمشيران فى الدب الأكبر اللذان نستخدمهما لايجاد القطبية ينفعاننا أيضا فى ايجاد برج الأسد لأن الخط المارّ بهما الذى يصل بنا الى القطبية من أحد اتجاهيه يصل بنا الى برج الأسد من الاتجاه الآخر اذ أن موقع هذا البرج وموقع القطبية على جانبى المشيرين يكاد يكون واحدا فى البعد بالنسبة لهما . ونجوم هذا البرج تكون شكلا هندسيا يلفت النظر وألمعها ألف الأسد أو قلبه وهو نجم من المرتبة الأولى ثم هو أول نجم فى منحن من النجوم مشهور يكوّن رأس الأسد،

ويسمى أحيانا "بالمنجل" . وتقع بقية البرج فى الجانب المحدب من المنجل وتنتهى بنجم من المرتبة الثانية هو باء الأسد أو الصرفة (ذنب الأسد) ويقع فى نهاية الذيل .

والنجم التالى فى اللمعان فى المنجل وهو جيم الأسد هو نجم مزدوج تسهل رؤيته بمرقب صغير . وألمع شقيه نجم من المرتبة الثانية ، وأخفاهما ، ويبعد بقوس مقداره ثلاث ثوان فقط ، نجم من المرتبة الرابعة ، ومما يلفت النظر تباين النجمين فى اللون . ومن المفيد أن نلاحظ أن الدبران وجيم التوءمين وجيم الأسد والصرفة تقع كلها فى خط واحد تقريبا .

وفى ليلة (١٣ — ١٤) نوفمبر سنة ١٨٦٦ تساقطت شهب كأنها همرة شهابية بديعة فى اتجاه وسط المنجل . هذه الهمرة تتكرر فى فترات على شىء من الانتظام ، وكلما وقعت وصفت بأنها مظهر من مظاهر الأسد — عرض فى برج الأسد — (انظر صفحة ٧٥) .

ولا يحتوى برج السرطان نجوما ساطعة لكنه يمتاز بجمع من النجوم غريب يعرف بالنثرة (١) أو خلية النحل ، والعين المجرّدة لا تراها إلا بقعة غير واضحة بين التوءمين والأسد ، ولكنها تتبين نجومها اذا استعين على رؤيتها ولو بمنظار المسارح .

(١) النثرة : كوكبان بينهما قدر شبر ، وفيهما لطخ بياض كأنه قطعة سحاب .

منطقة ١١ — السماك الرامح

تحتوى هذه المنطقة أجزاء كبيرة من الكوكبات الثلاث : العذراء والحية والميزان كما تحوى جزءا صغيرا من كوكبة العواء (منطقة ٦) يشمل ألمع نجم فيها وهو السماك الرامح أو ألف العواء .

هذا النجم هو ألمع نجم فى نصف الكرة الشمالى بعد النسر الواقع والعيوق ، وتعرّفه سهل جدا . فما علينا إلا أن نبحث عن الدب الأكبر ثم نتبع امتداد ذيله الى أقل من ضعف طوله بقليل فنصل إلى السماك الرامح .

ويظهر السماك الرامح على خط الزوال عند منتصف الليل فى الجزء الأخير من أبريل ويكون عندئذ جنوب سمت الراصد (فى انجلترا) بنحو ٣٠°[١] ، ولما كان واقعا شمال خط الاستواء بمقدار ١٩° فقط صار يرى من كل مكان على سطح الأرض ما عدا داخل الدائرة القطبية الجنوبية .

وأظهر مميزات كوكبة العذراء هو ألفها أو السماك الأعزل وهو من المرتبة الأولى . واذا رسم خط من ألف الدب الأكبر الى جيمه ومدّ فى انحناء قليل فانه يؤدى الى السماك الأعزل . ويلاحظ أن النجوم الظريفة الثلاثة ، السماك الرامح والسماك الأعزل والصرفة ، تكون مثلثا متساوى الأضلاع تقريبا .

ويمكن تعرف كوكبة الحية التى تقع أيضا فى هذه المنطقة بواسطة ألمع نجم فيها ، وهو ألفها ويقع شمال السماك الرامح .

---

(١) أما فى القاهرة فبنحو $\frac{1}{2}$ ١٠°

وتقع كوكبة الغراب تحت السماك الأعزل بقليل من جهة اليمين . ونجماها اللامعان ، باء الغراب وجيمه ، يكونان مثلثا مع السماك الأعزل .

منطقة ١٢ — الطائر (أنظر لوحة ٢٣ ص ٦٨)

يحتوى هـذا الجزء الممتع من السماء أجزاء كبيرة من الكوكبات الآتية : العقاب والحية والحواء (ماسك الحية) والرامى والسهم . ويشمل أيضا ذلك الجزء من كوكبة الجاثى الذى يحوى النجم ألف الجاثى وهو نجم جميل مزدوج شقاه ذوا لونين تباينهما واضح جلى : أحدهما برتقالى والآخر أخضر فى زرقة .

وتمتاز كوكبة العقاب بنجم من المرتبة الأولى هو النسر الطائر أو ألف العقاب ويصح أن يخص بالذكر المثلث البهى المتكون من النجوم الثلاثة النسر الطائر والنسر الواقع وألف الدجاجة أو الذنب (ويجب ألا يخلط بين هـذا وبين الصرفة فى طرف ذنب الأسد) . وإذا رسم خط من النسر الواقع تحت باء الدجاجة فإنه يمـرّ قريبا من نجوم ثلاثة على خط واحد أبهـاها وأفخمها أوسطها وهو النسر الطائر . وهـذا الخط من النجوم مميز واضح من مميزات كوكبة العقاب وهو لوضوحه يلتبس أحيانا بحزام الجبار .

وتمر المجرة عبر جزء من كوكبة العقاب وتقول القصة إن العقاب السماوى يطير عند هذه النقطة عبر النهر السماوى المسمى بالمجرة .

والنجوم الثلاثة الرئيسية فى كوكبة الحواء تكون هى وألف الجاثى شكلا رباعيا غير منتظم يبعد مركزه عن القطب بقدر بعد النسر الطائر عنه تقريبا .

منطقة ١٣ — الفرس الأعظم

تحتوى هذه المنطقة على البروج الثلاثة ، الدلو والحوت والجدى ، وعلى كوكبات أخرى أصغرمنها . وتحوى كذلك ، هى والمنطقتان الثانية والثامنة ، المربع الكبير فى كوكبة الفرس الأعظم الذى يكاد ينافس الدب الأكبر وحزام الجبار فى كونه من المميزات المألوفة فى السماء . هـذا المربع مكوّن من ألمع النجوم الثلاثة فى كوكبة الفرس الأعظم ، ألفه وبائه وجيمه ومن نجم رابع هو ألف المرأة المسلسلة الذى ينتمى الى الكوكبة المجاورة ، كوكبة المرأة المسلسلة .

واختبار حسنٌ للبصر و " لبعد النظر " أن ترى كم نجما تستطيع رؤيتها بالعين المجردة فى مربع كوكبة الفرس الأعظم . ويندر أن يتمكن إنسان فى بريطانيا العظمى أن يعدّ أكثر من ٣٠ ، لكن العدد يكبر كلما سرنا نحو الجنوب حيث السماء صافية . وقد أمكن أن يعد منها مائة نجم ونجمان فى أثينا .

المناطق الجنوبية

ننتقل الآن إلى المناطق الواقعة فى الجنوب على بعد هو من العظم بحيث أن معظم أجزائها لا يمكن قط أن يرصد فى بريطانيا .

منطقة ١٤ — فم الحوت

هذه المنطقة من ألمع أجزاء السماء الجنوبية وتحتوى نجمين من المرتبة الأولى هما ألف النهر أو آخر النهر ، وألف الحوت أو فم الحوت .

والحوت الجنوبى الذى يقع جنوب الحوت والدلو مجموعة صغيرة من نجوم تحتوى فم الحوت وليس فيها ما يلفت النظر غيره . والخط الواصل من فم الحوت إلى آخر النهر إذا مدّ على استقامته بقدر طوله يؤدّى بنا الى النجم اللامع سهيل اليمن وهو ألمع نجم فى السماء كلها بعد الشعرى اليمانية . فلدينا هنا ثلاثة نجوم من المرتبة الأولى على خط واحد مستقيم ، وهذا الخط عون كبير للراصدين فى نصف الكرة الجنوبى فى تعرف مجاميع النجوم الجنوبية . ولا يرى من الثلاثة فى بريطانيا إلا أقربها إلى الشمال وهو فم الحوت .

منطقة ١٥ — النهر

أعظم ما يسترعى الناظر فى منطقة ١٥ هو النهر السماوى الطويل كوكبة النهر، وكان منبعه على حسب التقسيم القديم للكوكبات عند نجم (آخر النهر) ومنه جرى إلى الشمال عبر سلسلة من نجوم لامعة فيمر أولا بمجموعة ممتعة مؤلفة من أربعه نجوم من المرتبتين الرابعة والخامسة فاذا ما جرى قليلا بلغ نجما من المرتبة الثالثة وعندئذ يوغل متعرّجا نحو الشمال حتى يلج فى النهاية المنطقة الاستوائية ٨

ثم حدث بعد ذلك أن مدّت الكوكبة صوب الجنوب فأصبح النهر الآن يسيل أيضا جنوب آخر النهر فيصب فى كوكبة الشجاع الذكر (منطقة ٢٠) .

ويحتوى النهر الذى هو من أكبر الكوكبات فى السماء على نحو ٣٠٠ نجم ترى بالعين المجرّدة، ومع ذلك فليس فيها غير آخر النهر نجم فوق المرتبة الثالثة فى اللمعان .

منطقة ١٦ — سهيل

الكوكبة الشهيرة السفينة هى الشكل المميز لمنطقة ١٦ فهى من الكبر بحيث يكون من المناسب عادة قسمتها الى ثلاث كوكبات صغيرة : القرينة والمؤخرة والشراع .

وألمع نجم فى الكوكبة كلها وهو ألف السفينة أو سهيل اليمن لا يفوقه فى اللعان سوى الشعرى اليمانية ، لكن الشعرى قريبة منا الى حدّ ما على حين أن سهيلا ، الذى يبدو أقل فى اللعان منها بقليل ، عظيم البعد عنا الى حدّ كبير ، ولذا يجب أن يكون فى ذاته ألمع منها بدرجة لا تحتمل المقارنة . ولسوء الحظ لا نعلم بعده عنا ولا قدرته الشمعية بأية درجة من درجات الدقة .

منطقة ١٧ — الصليب الجنوبى (أنظر لوحة ٢٩ ص ١١٠)

تحتوى هذه المنطقة على كوكبتين من أعجب الكوكبات فى السماء الجنوبية وهما قنطورس والصليب الجنوبى .

ولما كان الصليب الجنوبى يحوى عددا من النجوم اللامعة فى منطقة صغيرة نسبيا اعتبره الناس من مميزات السماء الجنوبية كما أن الدب الأكبر من مميزات السماء الشمالية .

والخط الطويل فى الصليب الجنوبى يشير من ناحية الى القطب الجنوبى تقريبا ومن الناحية الأخرى الى باء الغراب عابرا قنطورس . أما الخط القصير فى الصليب فيشير نحو ألمع نجمين فى قنطورس وسنعود لهما فى منطقة ١٨

وألمع نجم فى الصليب أو ألف الصليب هو أقرب نجومه الى القطب الجنوبى ، والنجم الذى يليه فى اللمعان أو باء الصليب هو أبعد نجومه نحو الشرق ، ويقع بالقرب من نجم من المرتبة الثامنة وصفه السير جون هرشل بأنه « ألمع نجم أحمر رأيته وأغمقه فهو قرمزى فى حمرة الدم الشديدة وهو يبدو كنقطة دم اذا قورن ببياض باء الصليب » .

هذه المنطقة تحتوى على جزء من أسطع أجزاء المجرة (انظر لوحة ٢٧ ص ٨٦) وأيضا على واحد من أعجب معالم المجرة : على رقعة سوداء فى السماء على شكل الكمثرى طولها ٨° وعرضها ٥° ، كان البحارة والفلكيون الأولون يسمونها "زكيبة الفحم" ، وكان الأستراليون الأولون يزعمون فى قصصهم أنها حفرة من الظلام فاغرة ، كذلك كانوا يزعمون أنها الشر متجسما فى شكل إيمو[١] قد جثم عند جذع شجرة ، تمثلها نجوم الصليب ، متربصا لأبسوم[٢] قد اضطره مطاردوه للالتجاء الى أفرع الشجرة يختبىء فيها . وانا نعرف الآن أن زكيبة الفحم ليست حفرة أبدا وانما هى سحابة من مادة مظلمة تطمس النجوم التى وراءها (انظر صفحة ١٠٢) .

وليس قنطورس واسع المدى فحسب ولكنه أيضا يحتوى من النجوم الساطعة على عدد أكبر مما تحتويه أية كوكبة أخرى ، ففيه نجمان من المرتبة الأولى ونجم من المرتبة الثانية وخمسة من الثالثة وسبعة من الرابعة ولا أقل من تسع وثلاثين من المرتبة الخامسة .

(١) طائر أرضى استرالى . (٢) حيوان ثديى من الحيوانات الليلية الأمريكية .

منطقة ١٨ — القنطورية (انظر لوحة ٣٩ ص١٣٢)

يقع ألف قنطورس وهو ألمع نجم فى كوكبة ألف قنطورس دون القطب الجنوبى بمقدار ٣٠° وبذلك لا يكاد يتيسر رؤيته فى نصف الكرة الشمالى إلا من المناطق الحارة .

ومن السهل التعرف عليه بسبب وقوع نجم آخر يكاد يساويه فى البهجة وهو باء قنطورس على قاب ٥° منه . واقتران نجمين من المرتبة الأولى بهذه الصورة لا وجود له فى أى مكان آخر من السماء ، فنجما الذراع المبسوطة منفصل أحدهما عن الآخر بنحو نفس المسافة أى بنحو ٥° لكنهما لا يعادلان ألف قنطورس وباءه فى اللمعان .

وتحتوى هذه المنطقة أيضا على برج العقرب الظريف الذى يقع ألمع نجم فيه وهو قلب العقرب أو ألفه قرب نهاية سلسلة نجوم من المرتبة الثانية والثالثة . وهذا البرج يمكن رؤيته فى أشهر الصيف من خطوط عرض بريطانيا العظمى ، ويحوى بعضا من أغنى ساحات المجرة بالنجوم . ويبدو قلب العقرب من بين النجوم الظاهرة فى السماء أشدها أحمرارا ويليه فى ذلك منكب الجوزاء ، ومن بعده الدبران . هذه النجوم الثلاثة كلها مردة حمر فقطر قلب العقرب قدر قطر الشمس نحو ٤٥٠ مرة وقطر منكب الجوزاء قدر قطر الشمس ٣٠٠ مرة والدبران ٤٠ مرة .

منطقة ١٩ — الرامى (أنظر لوحتى ٣٣ و ٣٤ ص ١٢٢)

أظهر نجوم منطقة ١٩ نجمان من المرتبة الثانية أوّلها ألف الطاووس وهو ألمع نجم فى كوكبة الطاووس وثانيهما ألف البجعة وهو ألمع نجم فى كوكبة البجعة ويقع أغلبه فى منطقة ١٤

والمجرة فى هذه المنطقة غنية وجميلة بنوع خاص .

منطقة ٢٠ — القطب الجنوبى

ليس هناك نجم يحدد موقع القطب الجنوبى كما يحدّد لنا النجم القطبى موقع القطب الشمالى . وأعظم الاجرام استلفاتا للنظر فى منطقة ٢٠ هو السحابتان المجليتان الكبرى والصغرى — أو السحابة الكبرى والسحابة الصغرى فقط — انظر لوحة ٣١ ص ١١٢) فهما يظهران جليا حتى للعين المجرّدة والسحابة الكبرى تبقى مرئية حتى فى نور القمر الكامل .

وفى حدود السحابة الصغرى يقع جمع من أقرب الجموع النجومية وهو ٤٧ توكن وهذا أيضا يسهل للعين المجردة أن تراه .

الذيل الثانى — العشرون نجما التى هى ألمع نجوم السماء فى الظاهر

النجم	الكوكبة	البعد بالسنين الضوئية	الاضاءة بالمقارنة بالشمس	المنطقة فى الخريطتين	أنظر الصفحات
الشعرى اليمانية (متلألئة)	أ الكلب الأكبر	٨ر٦	٢٦ر٣	٩	٨٢، ١٠٤، ١٨٤
سهيل اليمن	أ القرينة	غير معروف	غير معروف	١٦	١٩٢
ألف قنطورس	أ قنطورس	٤ر٣	١ر٣	١٨	١٠٤، ١٩٤
النسر الواقع	أ اللورا (أو السلياق)	٢٦	٥٠	٧	١٧٥، ١٨١، ١٨٢
العيوق (العنزة)	أ ممسك الأعنة	٥٢	١٨٥	٣	١٧٥
السماك الرامح	أ العواء	٤١	١٠٠	١١	١٨٨
الرجل	ب الجبار	٥٠٠	١٥٠٠٠	٩	١٨٥
الشعرى الشامية (السابقة للكلب)	أ الكلب الأصغر	١٠ر٥	٥ر٥	٩	٨٣، ١٠٤، ١٨٦
آخر النهر	أ النهر	٧٠	٢٠٠	١٤	١٩١
باء قنطورس	ب قنطورس	٣٠٠	٣٠٠٠	١٨	١٩٤
الطائر	أ العقاب	١٦	٩ر٢	١٢	١٨٩
منكب الجوزاء	أ الجبار	٢٠٠	١٢٠٠	٩	٨٧، ٩٩، ١٨٥
ألف الصليب	أ الصليب	٢٣٠	١٦٠٠	١٧	١٩٣
الدبران	أ الثور	٥٧	٩٠	٩	١٧٦، ١٨٥
ألف التوأمين	أ التوأمين	٣٢	٢٨	٤	١٧٨
السماك الأعزل (سنبلة القمح)	أ العذراء	٢٣٠	١٥٠٠	١١	١٨٨
قلب العقرب (منافس المريخ)	أ العقرب	٣٨٠	٤٠٠٠	١٨	١٩٤
فم الحوت	أ الحوت الجنوبى	٢٤	١٣ر٥	١٤	١٩١
الذنب	أ الدجاجة	٦٠٠ (؟)	١٠٠٠٠ (؟)	١٢	١٨٩
قلب الأسد	أ الأسد	٥٦	٧٠	١٠	١٨٦

الذيل الثالث — السيارات

السيار	عدد التوابع	القدر بالمقارنة بالأرض: القطر	الحجم	الوزن	البعد من الشمس بالمقارنة بالأرض	مدة الدوران بالسنين	الانطلاق فى الفلك (بالأميال فى الثانية)	انظر الصفحات
عطارد ...	٠	٠٫٣٩	٠٫٠٦	٠٫٠٤	٠٫٣٩	٠٫٢٤	٢٩٫٧	٥٥٫٣٧
الزهرة ...	٠	٠٫٩٧	٠٫٩٢	٠٫٨١	٠٫٧٢	٠٫٦٢	٢١٫٧	٥٩٫٥٦٫٣٧
الأرض ...	١	١٫٠٠	١٫٠٠	١٫٠٠	١٫٠٠	١٫٠٠	١٨٫٥	٦٩٫٥٨
المريخ ...	٢	٠٫٥٣	٠٫١٥	٠٫١١	١٫٥٢	١٫٨٨	١٥٫٠	٦٤٫٥٩
النجيمات ...	—	—	—	—	٥٫٧١—١٫٤٦	١٣٫٧—١٫٧٦	—	٦٩
المشترى ...	٩	١٠٫٩٥	١٣١٢	٣١٧	٥٫٢٠	١١٫٨٦	٨٫١	٧٨٫٦٢٫٦٠
زحل ...	٩	٩٫٠٢	٧٣٤	٩٥	٩٫٥٤	٢٩٫٤٦	٦٫٠	٦٧
أورانوس	٤	٤٫٠٠	٦٤	١٤٫٧	١٩٫١٩	٨٤٫٠١	٤٫٢	٧٩٫٢٠
نبتون ...	١	٣٫٩٢	٦٠	١٧٫٢	٣٠٫٠٧	١٦٤٫٧٨	٣٫٤	٧٩٫٢٠
بلوتو ...	—	*	*	*	٣٩٫٨	٢٤٨	٢٫٩	٨٠٫٢٢

(*) مشكوك فيها للآن لكن المحتمل انها جميعا أقل قليلا منها للأرض .

الذيل الرابع — حركة السيارات

(الجدول الآتى يبين الأوقات بالتقريب التى تكون فيها السيارات أبعد ما يكون عن الشمس وفى هذه الأوقات يسهل جدًّا رؤية عطارد والزهرة فى حين أن المريخ والمشترى وزحل لكونهما فى مقابلة الشمس تماما تعبران خط الزوال فى منتصف الليل وبذا يبدوان على أحسن ما تكون فى سماء الليل .)

السنة	عطارد		الزهرة		المريخ	المشترى	زحل
	نجم صباح	نجم مساء	نجم صباح	نجم مساء			
١٩٣١	فبراير مايو سبتمبر	أبريل أغسطس نوفمبر	فبراير	—	يناير	يناير	يوليه
١٩٣٢	يناير مايو سبتمبر ديسمبر	مارس يوليه نوفمبر	سبتمبر	أبريل	—	فبراير	يوليه
١٩٣٣	أبريل أغسطس ديسمبر	مارس يوليه أكتوبر	—	نوفمبر	مارس	مارس	أغسطس
١٩٣٤	أبريل يوليه نوفمبر	فبراير يونيه أكتوبر	أبريل	—	—	أبريل	أغسطس
١٩٣٥	مارس يوليه نوفمبر	فبراير مايو سبتمبر	نوفمبر	يوليه	أبريل	مايو	أغسطس
١٩٣٦	فبراير يونيه أكتوبر	يناير مايو سبتمبر ديسمبر	—	—	—	يونيه	سبتمبر
١٩٣٧	فبراير يونيه سبتمبر	أبريل أغسطس ديسمبر	يونيه	فبراير	مايو	يوليه	سبتمبر
١٩٣٨	يناير مايو سبتمبر	أبريل يوليه نوفمبر	—	سبتمبر	—	أغسطس	أكتوبر
١٩٣٩	يناير مايو أغسطس ديسمبر	مارس يوليه نوفمبر	فبراير	—	يوليه	سبتمبر	أكتوبر
١٩٤٠	أبريل أغسطس ديسمبر	فبراير يونيه أكتوبر	سبتمبر	أبريل	—	نوفمبر	نوفمبر
١٩٤١	أبريل يوليه نوفمبر	فبراير يونيه سبتمبر	—	نوفمبر	سبتمبر	ديسمبر	نوفمبر
١٩٤٢	مارس يوليه أكتوبر	يناير مايو سبتمبر	أبريل	—	—	—	نوفمبر
١٩٤٣	فبراير يونيه أكتوبر	يناير أبريل أغسطس ديسمبر	نوفمبر	يونيه	ديسمبر	يناير	ديسمبر
١٩٤٤	فبراير يونيه سبتمبر	أبريل أغسطس ديسمبر	—	—	—	فبراير	ديسمبر
١٩٤٥	يناير مايو سبتمبر	مارس يوليه نوفمبر	يونيه	فبراير	—	مارس	—

الدليـــــل

(١) استخدمت لفظة الجوزاء فى الكتب العربيـة لكل من كوكبتى التوءمين والجبار ولذا تحاشينا استخدامها لأيهما .

قائمــة بأسماء النجوم والسيارات باللغتين

A

Achernar آخر النهر
Alberio المنقار
Aldebaran الدبران
Algol الغول
Altair الطائر
Andromeda المرأة المسلسلة[1] (كوكبة)
Antares قلب العقرب
Antilla الآلة المفرغة (كوكبة)
Apus عصفور الجنة
Aquarius الدلو أو ساكب الماء (برج)
Aquilla العقاب (كوكبة)
Ara المجمرة أو المحراب (كوكبة)
Arcturus السماك الرامح
Argo السفينة (كوكبة)
Aries الحمل (برج)
Asteroids النجيمات (أو السيارات الصغيرة)
Auriga ممسك الاعنة أو ذو العناق (كوكبة)

B

Bellatrix (γ Orionis) المرزم
Betelgeux منكب (أو إبط) الجوزاء
Bootes العواء (كوكبة)

C

Camelopardalis الزرافة (كوكبة)
Cancer السرطان (برج)
Canis Venatici كلاب الصيد (كوكبة)
Canis Major الكلب الأكبر (كوكبة)
Canis Minor الكلب الأصغر (كوكبة)
Canopus (α Carina) سهيل اليمن (أ القرينة)
Capella (α Auriga) العيوق (أ ممسك الأعنة)
Caph (β Cassiopeia) كف الخضيب (ب ذات الكرسى)
Capricornus الجدى (برج)
Carina القرينة (جزء من كوكبة السفينة)
Cassiopeia ذات الكرسى (كوكبة)
Castor (α Geminorium), رأس التوأم أو التوأم المقدم أو مقدم الذراعين (أ التوءمين)
Castor and Pollux الذراع المبسوطة
Centaurus قنطورس (كوكبة)

---

(١) كان الأولى تسميتها المسلسلة فقط .

Cepheus قيفاوس أو الملتهب (كوكبة)

Cepheid variables المتغيرات القيفاوية

Cetus قيطس (كوكبة)

(α Ceti) الكف الجزماء

(β „) الضفدع الثانى

(o „) المـسـيرة

Chamœleon الحرباء (كوكبة)

Cœlum قلم النقاش (كوكبة)

Columba اليمامة (كوكبة)

Coma Berenices ذات الشعور (كوكبة)

Corola التويج

Corona Boriolis الاكليل الشمالى (كوكبة)

Corona Australis الاكليل الجنوبى (كوكبة)

Corvus الغراب (كوكبة)

Crater الباطية (كوكبة)

Crux الصليب الجنوبى (كوكبة)

Cygnus الدجاجة أو الأوز العراقى (كوكبة)

D

Delphine الدلفين (برج)

Deneb الذنب

Denebola الصرفة

Dorados دوارد أو الحوت المذهب أو الحوت الذهبي (كوكبة)

Draco التنين (كوكبة)

(α Draco or Thuban) الثعبان

E

Equuleus الفرس الأصغر أو قطعة الفرس (كوكبة)

Eridanus النهر (كوكبة)

F

Formalhaut فم الحوت

Fornax فرن الكيمياء (كوكبة)

G

Gemini التوءمان أو الجوزاء (برج)

Grus البجع (كوكبة)

H

Horologium الساعة ذات البندول (كوكبة)

Hydes القلاص (كوكبة)

Hydra الشجاع [1] (كوكبة)

Hydrus الشجاع الذكر [2] (كوكبة)

I

Indus الهندى (كوكبة)

---

(١) هـذه تسمية الفلكى باشا للكوكبة والأولى تسميتها الأفعى . (٢) إذا سميت الفائتة بالأفعى أمكن تسمية هـذه الكوكبة الشجاع فقط .

J

Jupiter — المشترى (سيار)

K

Kruger 60 — رقم ٦٠ من كتالوج كروجر

L

Lacerta — الورل (كوكبة)

Leo — الأسد (برج)

Lepus — الأرنب (كوكبة)

Lesser Magellanic Cloud — السحابة المجلية الصغرى

Libra — الميزان (برج)

Lupus — الذئب (كوكبة)

Lynx — الفهد (كوكبة)

Lyra — اللورا أو السلياق (كوكبة)

M

Malus — الخبيث [(١)]

Mars — المريخ (سيار)

Mensa — المنضدة أو المائدة [(٢)] (كوكبة)

Mira Ceti — الميرة (واوقيطس)

Mercury — عطارد (سيار)

Milky way — المجرة أو الطريق اللبنى أو سكة التبانة

Mizar (ζ Ursa Major) — العناق أو المئزر (ز الدب الأكبر)

(١) اسم جديد

(٢) أسماها الفلكى باشا لاتابل .

Monoceros — وحيد القرن [(١)] (كوكبة)

Moon — القمر (تابع الأرض)

Musca — النحلة (كوكبة)

N

Neptune — نبتون (سيار)

N. C. G. New General Catalogue — الكتالوج العام الجديد للدكتور دراير

O

Octans — البلسترة (أو الثمتيات) [(٢)]

Omicron Ceti — واوقيطس أو الميرة

Ophiuchus — الحواء (كوكبة)

Orion — الجبار أو الجوزاء (كوكبة)

P

Pole star — القطبية أو النجم القطبي

Pavos — الطاووس (كوكبة)

Pegasus — الفرس الأعظم (كوكبة)

(α Pegasus) — مركب الفرس

(β Pegasus) — منكب الفرس

(γ Pegasus) — جناح الفرس

(δ Pegasus) — سرة الفرس

Perseus — فرساوس (كوكبة)

(١) أسماها الفلكى باشا لكورن .

(٢) أسماها الفلكى باشا البلسترة وأفضل لها الثمينة أو الثمينات .

Serpens	الحية (كوكبة)
Sextans	السدسية أو السدسيات (١)
Sickle	المنجل
Sirius	الشعرى اليمـانية
Spica	السماك الأعزل
Southern Cross	الصليب الجنوبي (كوكبة)
S. Dorados	ص دوارد

T

Taurus	الثور (برج)
Thuban (α Draco)	الثعبان (أ التنين)
Triangulum	المثلث (كوكبة)
Triangulum Australis	المثلث الجنوبي (كوكبة)
Tucan	توكن (كوكبة)

U

Uranus	أورانوس (سيار)
Ursa Major	الدب الأكبر (كوكبة)
Ursa Minor	الدب الأصغر (كوكبة)
(δ Ursa Major)	مغرز الذنب

V

Van Maanen	نجم ڤان مانن
Vega	النسر الواقع
Venus	الزهرة (سيار)
Vela	الشراع (جزء من كوكبة السفينة)
Virginis	السنبلة أو العذراء (برج)
(ι, χ, λ Virginis)	الغفر

(١) اسم جديد .

(α Perseus)	المرفق
Phoenix	العنقاء (كوكبة)
Pictor	كرسي المصور (كوكبة)
Piscis	الحوت (برج)
Pisces Australis	الحوت الجنوبي (كوكبة)
(α Pisces Australis)	الضفدع الأوّل
Pixes	البوصلة
Pleiades	الثريا
Pluto	بلوتو (سيار)
Pollux (β Gemimi)	مؤخر التوأمين (ب التوءمين)
Procyon	الشعرى الشامية أو (الغميصاء)
Praesepe	النثرة
Proxima Centauri	الأقرب القنطوري
Puppis	المؤخرة (جزء من كوكبة السفينة)

R

Regulus (α Leo)	قلب الأسد (أ الأسد)
Rigel (β Orionis)	الرجل (ب الجبار)

S

Sagitta	السهم (كوكبة)
Sagittarius	الرامي أو القوس (برج)
Saturn	زحل (سيار)
Scorpio	العقرب (برج)
Sculptor	معمل المصور (كوكبة)

قائمة بالحروف العربية المقابلة للحروف اليونانية [١]

α	ا	ι	ى	ϱ	ر
β	ب	ϰ	ك	σ	ص
γ	ج	λ	ل	τ	ت
δ	د	μ	م	φ	ف
ε	ه	ν	ن	χ	ش
ζ	ز	ξ	س	ω	ع
η	ح	ο	و		
ϑ	ث [٢]	π	ط [٢]		

قائمة بالحروف العربية المقابلة للحروف الرومانية [٣]

A	آ	K	كَ	T	تَ
B	بَ	L	لَ	F	فَ
G	جَ	M	مَ	J	شَ
D	دَ	N	نَ	W	عَ
H	هَ	X	سَ	Q	قَ
Z	زَ	O	وَ	E	ذَ
Y	حَ	P	طَ	U	ظَ
C	ثَ	R	رَ	V	غَ
I	ىَ	S	صَ [٣]		

(١) راجع ص ١٤ (٢) خالفنا المتبع فى هذين الحرفين للسبب الذى ذكر فى المقدمة.
(٣) راجع ص ٨٥

قائمـــة المصطلحات

A

accumulations متجمعات
aggregate جُماع
appendix or appendage ذيل أو ملحق
arches قبوات (أو أقواس معقودة)
arêtes سلاسل مرتفعة محددة الأطراف
array صف أو جمع حاشد
asbestos حرير صخري
ash رماد
asteroids نجمات (أو سيارات صغيرة)

B

background وراء
binary system مجموعة ثنائية
bright لامع
broken up electrons كهارب منحلة

C

cascades شلالات
characteristics خصائص
classifies يصنف
cliff طِب
cluster جَمع
comet مذنب
conglomeration ركام
constellation كوكبة أو برج
contracts ينقبض أو يتقلص
corona هالة
courses مسالك
crater فوهة
crevasse فتحة جمدية أو شق أرضى

D

destroys its matter تفنى مادّتها
dim غامض أو مدخمس
disc قرص
distinct متميز
double stars نجوم مزدوجة
dripple رذاذ
droplet قطيرة
dull أدكن
dwarf قزم

E

eclipse كسوف
ecliptic دائرة البروج أو مدار الشمس
electron كهرب
emits يبعث

English	Arabic
empty space	فضاء خلاء
energy	طاقة
enveloped	مغلف
eruption	طفح
expands	يتمدد أو يمتد
extinct	خامد
F	
facing	يقابل أو يواجه
facing away	يدابر
faint star	نجم خفى أو ضعيف
filament	فتيل
fireflies	الذباب النارى
fixed stars	الثوابت
flash	لمعة
flocculi	أهداب
fluctuations	تقلبات
fountain	نافورة
frost	جليد أو صقيع
G	
galactic system	المجموعة المجرية
generates	يولد
giant	مارد
globular clusters	جموع كرية
glow-worm	يراعة
grîp	قبضة
gravitation	الجاذبية
gravity	التثاقل (الأرضى أو القمرى)
groups	طوائف أو مجاميع
H	
hub (of a wheel)	سرة
I	
ice	جمد
illustratîons	ايضاحيات
improvised	مبتسر
ingenious	بارع
interference	تداخل
intrinsic	ذاتى
L	
lamps	مصابيح
lanterns	فوانيس
lighthouse	منارة
M	
machinery	عدد
magellanic	مجلية
magnifies	يكبر
magnitudes	مراتب
main-sequence	نجوم التتابع الرئيسى
mapping	تخطيط
meridian	خط الزوال
meteor	نيزك
microscope	مجهر

position موضع أو موقع
precession مبادرة الاعتدالين
primitive أولى
principle قاعدة
projectile قذيفة
prominence نتوء

R

radiates يشع
radiation (which is emitted) شعاع
range مدى
region منطقة
relativity النسبية (١)
right ascension الطالع المستقيم
ripples مويجات
rocket صاروخ

S

satellites توابع
scattering (of light) تشتت (الضوء)
searchlight ضوء كشاف
shooting-star شهاب
shower همرة
shrinks ينضمر

(١) يستخدم لها الأستاذ مصطفى نظيف لفظة «الاضافة» .

milky way
المجرة (وهى الطريق اللبنى أو سكة التبانة)
momentum كمية التحرك
murky عكر

N

nature فطرة
navigator ملاح
nebula سديم
nucleus نواة
nutation تمايل (محور الأرض)

O

object جرم
obscures يحجب
opaque حاجب
orbit فلك

P

panorama منظر مترامى
patch رقعة
path مسار
peak قلة
period مدة
pier لسان (فى البحر)
pinnacle شعفة (والجمع شعاف)
plane مستوى
planets سيارات
plate لوحة

size	قدر
snow	ثلج
solids	جوامد
space	فضاء
speck	هباءة
spectroscope	مبين الأطياف
speed	انطلاق
spinning	درار
spiral	لولبي
spoke (of a wheel)	برمق (العجلة)
spots	كلف أو نقط
stampede	جفول
star	نجم (١)
system	مجموعة (أو نظام)

T

telescope	مرقب (أو نظارة فلكية)
twilight	السَّفر
twinkles	يتلألأ
type	نوع

U

universe	الكون

V

variable	متغير

W

wobble	ترنح
wanderers	الطوافات (أو المتحيرات)
wanderings of the pole	طواف القطب
weathering	التعرية
whirlpool	دوامة
world	العالم

Z

zenith	سمت الرأس
zodiacal light	النور البروجي أو ضوء منطقة البروج

(١) أما كوكب فيطلق على كل نير بوجه عام فتشمل النجوم والسيارات .

* * *

كمل طبع كتاب " النجوم فى مسالكها " بمطبعة دار الكتب المصرية فى يوم الخميس ١٣ ربيع الأوّل سنة ١٣٥٢ (٦ يوليه سنة ١٩٣٣) م

محمد نديم

ملاحظ المطبعة بدار الكتب المصرية

للدكتور أحمد عبد السلام الكردانى

تأليفًا :

"مبادئ الكيميا" (جزءين بالاشتراك مع الدكتور أحمد زكى) .

"بسائط الطيران" .

"مبادئ الميكانيكا" (بالاشتراك مع حضرة حسن الجندى أفندى) .

ترجمةً :

"أئمة العلم والاختراع"

(بالاشتراك مع الأستاذ محمد عبد الواحد خلاف أفندى) .

الفصول الآتية من كتاب "ما خلفته اليونان" :

الرياضة و الفلك

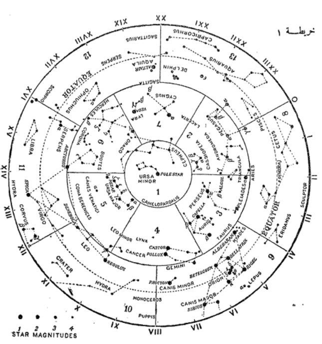
(بالاشتراك مع الأستاذ محمد عبد الواحد خلاف أفندى) .

والمعمار (بالاشتراك مع حضرة أحمد عبد الله أفندى المهندس) .

فصل الفلك من كتاب "خلاصة العلم الحديث" . [يظهر قريبا]

(مطبعة دار الكتب المصرية ١٦٠٠/١٩٣٢/٣٢)

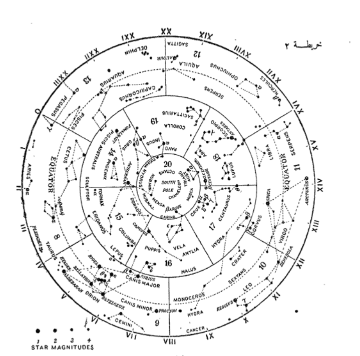
خريطة ١



السماء الشمالية ممتدة الى ٢٥° جنوب خط الاستواء (الخط المتقطع)

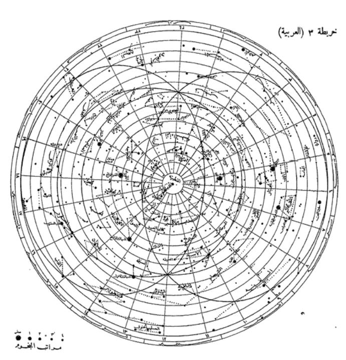
[تدل الأرقام الرومانية التى حول الحافة على الطوالع المستقيمة أما الأرقام الداخلية فى الخريطة فتدل على المناطق العشرين الموصوفة فى الصحائف من ١٧٢ الى ١٩٠]

خريطة ٢



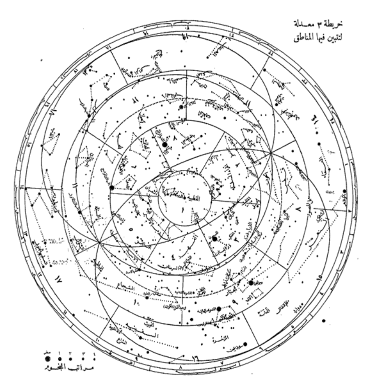
السماء الجنوبية ممتدة الى ٢٥° شمال خط الاستواء (الخط المتقطع)

[تدل الأرقام الرومانية التى حول الحافة على الطوالع المستقيمة أما الأرقام الداخلية فى الخريطة فتدل على المناطق العشرين الموصوفة فى الصحائف من ١٧٢ الى ١٩٠]



السماء الشمالية ممتدة الى ٦٠° جنوب خط الاستواء (صفر فى الشكل) لتشمل النجوم التى ترى فى القاهرة

[تدل الأرقام التى حول الحافة على الطوالع المستقيمة ، والمنحنى الأيمن يحصر النجوم التى تبدو فى السماء فى الاعتدال الربيعى بينما يحصر الأيسر النجوم التى تبدو فى الاعتدال الخريفى]



السماء الشمالية ممتدة الى ٦٠° جنوب خط الاستواء (الخط المتقطع) لتشمل النجوم التى ترى فى القاهرة

[تدل الأرقام التى حول الحافة على الطوالع المستقيمة . أ،١ الأرقام الداخلية فتدل على المناطق التسع عشرة الموصوفة فى الصحائف من ١٧٢ الى ١٩٥]


Bibliotheca Alexandrina
04332515